



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

## **TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**Para Optar el Título Profesional de  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico domiciliario  
para el caserío El Limonar, distrito de Jayanca, provincia de  
Lambayeque, departamento de Lambayeque”**

**Presentado por:**

**Cabrejos Piscoya, Paul Alexis**

**Asesor:**

**Ing. Oviden Núñez, Héctor Antonio**

**LAMBAYEQUE – PERÚ**

**2020**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**Para Optar el Título Profesional de  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico domiciliario  
para el caserío El Limonar, distrito de Jayanca, provincia de  
Lambayeque, departamento de Lambayeque”**

**Presentado Por:**

**Cabrejos Piscoya, Paul Alexis**

**Aprobado por el Jurado Examinador**

<b>PRESIDENTE:</b>	<b>M. Sc. Horna Torres, Segundo Abelardo</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>Dr. Carranza Montenegro, Daniel</b>
<b>MIEMBRO:</b>	<b>Ing. Julca Orozco, Teobaldo Edgar</b>
<b>ASESOR:</b>	<b>Ing. Oliden Núñez, Héctor Antonio</b>

**Lambayeque – Perú**

**2020**



**UNIVERSIDAD NACIONAL**

**“PEDRO RUIZ GALLO”**

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**TITULO**



**“Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico domiciliario para el caserío El Limonar, distrito de Jayanca, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque”**

## **CONTENIDOS**

**CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.**

**CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.**

**CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.**

**CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**

**CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.**

**CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**AUTOR: Cabrejos Piscocoya, Paul Alexis**

---

**M. Sc. Horna Torres, Segundo Abelardo**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Carranza Montenegro, Daniel**  
**SECRETARIO**

---

**Ing. Julca Orozco, Teobaldo Edgar**  
**MIEMBRO**

---

**Ing. Oliden Núñez, Héctor Antonio**  
**ASESOR**

**Lambayeque – Perú**  
**2020**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de suficiencia profesional está dedicado a:

Dios por darme salud y permitirme estar con vida hasta el día de hoy.

A mi madre Maritza A. Piscoya Ecurra

A mi mamita Juana Ecurra Romero

A mi pequeña Familia: Esposa Nathaly Baldera Chauca y mi hijo Stephanno Alexis Cabrejos Baldera.

A mis tíos y tías: Gladys Figueroa, Luz Angélica, Juani Piscoya y Luis Alberto por su apoyo incondicional desde el momento en que vi la luz por primera vez, por su amor y cuidado, fuerzas e instrucción en cuanto a conocimiento excelente.

**PAUL ALEXIS CABREJOS PISCOYA**



## **AGRADECIMIENTO**

A todos los buenos docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo que me orientaron y enseñaron durante mi formación técnica y profesional. En especial a mi asesor: Ing. Héctor Antonio Oliden Nuñez, por su apoyo para concluir este trabajo de suficiencia profesional.

También a los compañeros y personas sinceras que alguna vez me apoyaron y dieron fuerza para seguir adelante.

**PAUL ALEXIS CABREJOS PISCOYA**

## RESUMEN

El objetivo del trabajo de suficiencia profesional es el Dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico Domiciliario para el caserío El Limonar, ubicado en el Distrito de Jayanca, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque; el cual aún no cuenta con servicio de energía eléctrica. La población involucrada asciende a un total de 82 habitantes con 16 viviendas y 01 institución educativa.

De los cálculos se obtuvo que: la energía eléctrica promedio proyectada para el caserío El Limonar es de 20,316 Wh/día. Con respecto a la radiación solar se ha considerado 02 fuentes de radiación solar; donde se consideró un valor de 4,72 kWh/m<sup>2</sup>/día.

Se consideraron 2 tipos de sistemas fotovoltaicos para cada caso los cuales son:

**Para las Viviendas;** se consideró un sistema fotovoltaico compuesto de 01 panel fotovoltaico de 270 Wp marca ERA SOLAR de 24V, 01 Controlador de Carga de 20A/50V de marca MUST SOLAR, 01 inversor de 500VA modelo MultiPlus y 02 baterías ULTRACELL de 172 Ah.

**Para la Institución Educativa;** se consideró un sistema fotovoltaico compuesto de 03 paneles fotovoltaicos de 320 Wp marca ERA SOLAR de 24V, 01 Controlador de Carga de 60A/24V de marca MUST SOLAR, 01 inversor de 1600VA modelo MultiPlus y 06 baterías ULTRACELL de 172 Ah.

Además, se determinó que el sistema fotovoltaico tiene una potencia instalada de 5,28 kWp.

Finalmente, se elaboró el presupuesto de la electrificación utilizando energía fotovoltaica obteniendo un total de: S/ 128,237.24

Palabras clave: Sistema fotovoltaico, electrificación rural, energías renovables, sistemas autosostenidos.

## ABSTRACT

The objective of the work of professional sufficiency is the Dimensioning of a Home Photovoltaic System for the El Limonar farmhouse, located in the District of Jayanca, Province of Lambayeque, Department of Lambayeque; which does not yet have electricity service. The population involved amounts to a total of 82 inhabitants with 16 homes and 01 educational institution.

From the calculations it was obtained that: the projected average electrical energy for the El Limonar hamlet is 20,316 Wh / day. Regarding solar radiation, 02 sources of solar radiation have been considered; where a value of 4.72 kWh / m<sup>2</sup> / day was considered.

Two types of photovoltaic systems were considered for each case which are:

**For the Housing;** it was considered a photovoltaic system composed of 01 photovoltaic panel of 270 Wp brand ERA SOLAR of 24V, 01 Charge Controller of 20A / 50V of MUST SOLAR brand, 01 inverter of 500VA MultiPlus model and 02 batteries ULTRACELL of 172 Ah.

**For the Educational Institution;** It was considered a photovoltaic system composed of 03 photovoltaic panels of 320 Wp ERA SOLAR brand of 24V, 01 Charge Controller of 60A / 24V of MUST SOLAR brand, 01 inverter of 1600VA MultiPlus model and 06 batteries ULTRACELL of 172 Ah.

In addition, it was determined that the photovoltaic system has an installed power of 5.28 kWp.

Finally, the electrification budget was prepared using photovoltaic energy, obtaining a total of: S / 128,237.24

Keywords: Photovoltaic system, rural electrification, renewable energy, self-sustaining systems.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
RESUMEN .....	III
ABSTRACT .....	IV
ÍNDICE.....	IV
INDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	2
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.1. Delimitación espacial: .....	4
1.3.2. Delimitación temporal: .....	9
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	10
1.4.1. Social: .....	10
1.4.2. Ambiental: .....	10
1.4.3. Técnica: .....	10
1.4.4. Económica: .....	10
1.5. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN .....	10
1.6. OBJETIVOS .....	11
1.6.1. Objetivo General: .....	11
1.6.2. Objetivo Específicos: .....	11
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	12
2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO.....	13
2.2. DESARROLLO DE LA TEMÁTICA CORRESPONDIENTE AL TEMA DESARROLLADO.....	19
2.2.1. El sol como fuente energética.....	19
2.2.2. Energía Solar en el Perú .....	20
2.2.3. Componentes de la radiación solar.....	22
2.2.4. Medición de radiación Solar.....	24
2.2.5. Horas de sol pico (H.S.P.): .....	26

2.2.6. Componentes de los sistemas fotovoltaicos.....	27
2.2.7. Ecuaciones para el dimensionamiento del sistema voltaico.....	53
2.3. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA TERMINOLOGÍA EMPLEADA.....	61
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO .....	69
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	70
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	70
3.3. HIPÓTESIS .....	70
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	70
3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN .....	72
3.6. DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS .....	74
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	74
CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN.....	75
4.1. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN .....	76
4.2. EQUIPAMIENTO DE LA PROPUESTA .....	76
CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	78
5.1. CASO I: PARA VIVIENDAS DOMICILIARIAS:.....	79
5.1.1. Consumo De Energía Promedio Diaria (kWh/día):.....	79
5.1.2. Radiación Solar En El Caserío El Limonar: .....	80
5.1.3. Dimensionamiento Del Sistema Fotovoltaiico .....	81
5.2. CASO II: PARA CARGA ESPECIAL: .....	97
5.2.1. Consumo De Energía Promedio Diaria (kWh/día):.....	97
5.2.2. Radiación Solar En El Caserío El Limonar: .....	97
5.2.3. Dimensionamiento Del Sistema Fotovoltaiico .....	98
5.3. METRADO Y PRESUPUESTO.....	114
5.3.1. Planilla de Metrados por Vivienda: .....	114
5.3.2. Presupuesto de Metrados:.....	115
5.3.3. Evaluación VAN, TIR y B/C:.....	116
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	121
6.1. CONCLUSIONES .....	122
6.2. RECOMENDACIONES .....	123
BIBLIOGRAFÍA.....	124
LINCOGRAFIA.....	126
ANEXOS .....	127

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Relación de pobladores que carecen de energía eléctrica .....	9
Tabla N° 2: Diferencias entre los paneles según la tecnología .....	31
Tabla N° 3: Operacionalización de variables .....	71
Tabla N° 4: Técnicas e instrumentos utilizados .....	74
Tabla N° 5: Equipamiento del Sistema Fotovoltaico .....	76
Tabla N° 6: Cuadro de Uso de Equipos Electrodomésticos .....	79
Tabla N° 7: Consumo de Energía Promedio Diaria por Vivienda .....	80
Tabla N° 8: Radiación solar en el departamento de Lambayeque .....	81
Tabla N° 9: Análisis de Potencia Generada Vs Costos .....	83
Tabla N° 10: Especificaciones Técnicas de los módulos fotovoltaicos .....	83
Tabla N° 11: Parámetros Eléctricos Totales para Viviendas .....	84
Tabla N° 12: Tabla de Datos del Controlador de Carga .....	87
Tabla N° 13: Especificaciones Técnicas del Controlador de Carga .....	87
Tabla N° 14: Cuadro de Selección de Inversor .....	88
Tabla N° 15: Especificaciones Técnicas del Inversor para Viviendas .....	89
Tabla N° 16: Selección de Batería para Diseño de Vivienda .....	90
Tabla N° 17: Criterios a tomar para Caída de Tensión .....	92
Tabla N° 18: Distancia entre Equipos del Sistema Fotovoltaico .....	93
Tabla N° 19: Secciones de Cable FREETOX NH-80 (Unifilar) .....	94
Tabla N° 20: Tabla de Selección de Conductores para Vivienda .....	95
Tabla N° 21: Selección de fusibles .....	96
Tabla N° 22: Cuadro de Consumo de Energía Promedio Diaria .....	97
Tabla N° 23: Radiación solar en el departamento de Lambayeque .....	98
Tabla N° 24: Análisis de Potencia Generada Vs Costos .....	100
Tabla N° 25: Especificaciones Técnicas de los módulos fotovoltaicos .....	100
Tabla N° 26: Parámetros Eléctricos Totales para Viviendas .....	102
Tabla N° 27: Tabla de Datos del Controlador de Carga .....	104
Tabla N° 28: Especificaciones Técnicas del Controlador de Carga .....	104
Tabla N° 29: Cuadro de Selección de Inversor .....	105
Tabla N° 30: Especificaciones Técnicas del Inversor para Viviendas .....	106
Tabla N° 31: Selección de Batería para Diseño de Vivienda .....	107
Tabla N° 32: Criterios a tomar para Caída de Tensión .....	109
Tabla N° 33: Distancia entre Equipos del Sistema Fotovoltaico .....	110
Tabla N° 34: Tabla de Secciones de Cable FREETOX NH-80 (Unifilar) .....	111
Tabla N° 35: Tabla de Selección de Conductores para Vivienda .....	112
Tabla N° 36: Selección de fusibles .....	113
Tabla N° 37: Planilla de Metrados .....	114
Tabla N° 38: Presupuesto de Metrados .....	115
Tabla N° 39: Presupuesto Total del Proyecto .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla N° 40: Costo Anual de Operación y Mantenimiento .....	117
Tabla N° 41: Pliego Tarifario BT8 (Sistemas Fotovoltaicos) .....	118
Tabla N° 42: Evaluación económica del Sistema Fotovoltaico .....	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Ubicación del Caserío El Limonar en el distrito de Jayanca.....	5
Figura N° 2: Visita al Caserío El Limonar .....	5
Figura N° 3: Mapa solar del Perú .....	21
Figura N° 4: Componentes de la radiación solar .....	23
Figura N° 5: Pirheliómetro autocalíbrable de cavidad absoluta .....	24
Figura N° 6: Piranómetro con banda de sombra .....	25
Figura N° 7: Piranómetro.....	25
Figura N° 8: Concepto de horas sol pico.....	27
Figura N° 9: Esquema de un sistema fotovoltaico.....	28
Figura N° 10: Creación de un panel solar .....	29
Figura N° 11: Fabricación de la célula y del módulo fotovoltaico .....	30
Figura N° 12: Conexión en serie de módulos fotovoltaicos .....	32
Figura N° 13: Conexión en paralelo de módulos fotovoltaicos .....	33
Figura N° 14: Conexión serie/paralelo de módulos fotovoltaicos .....	34
Figura N° 15: Curva característica de un panel fotovoltaico.....	36
Figura N° 16: Influencia de la temperatura en la curva: I-V.....	37
Figura N° 17: Influencia de la irradiación solar en la curva I-V .....	38
Figura N° 18: Ubicación del Controlador de carga .....	39
Figura N° 19: Controlador de carga.....	40
Figura N° 20: Inversores para sistemas fotovoltaicos .....	42
Figura N° 21: Curva típica de eficiencia del inversor.....	45
Figura N° 22: Baterías de uso fotovoltaico .....	48

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional titulado: “DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO PARA EL CASERIO EL LIMONAR, DISTRITO DE JAYANCA, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”; es una propuesta que permite dar servicio eléctrico con un sistema fotovoltaico al caserío El Limonar utilizando energía fotovoltaica.

En el Capítulo I, se presenta la realidad problemática existente en el caserío El Limonar en cuanto a la carencia del servicio de energía eléctrica. Luego se enuncia el Problema, para luego justificar el trabajo de investigación realizado y presentar los Objetivos de la Investigación.

En el Capítulo II, se presenta el Marco Teórico, donde se muestran los antecedentes y la teoría relacionada con el tema de investigación.

En el Capítulo III, se presenta el Marco Metodológico, en el cual se describe el diseño de la Investigación es decir la forma como se van a obtener los datos para procesarlos, describiendo las Variables y su Operación, así como la Población; además de las Técnicas e Instrumentos de recolección de datos utilizados en la investigación, así como los Métodos de Análisis de Datos.

En el Capítulo IV, se presenta los componentes mínimos del sistema fotovoltaico propuesto.

En el Capítulo V, se presenta los resultados obtenidos en base a los objetivos planteados.

En el Capítulo VI, se presenta las Conclusiones y Recomendaciones



# **CAPITULO I:**

# **PROBLEMA DE**

# **INVESTIGACION**

## **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El estado peruano ha decidido impulsar decididamente el uso y aplicación de las energías renovables (BIOMASA, SOLAR, GEOTERMICA, HIDRAULICA Y MAREOMOTRIZ – Según el Artículo 3° de DLEG-1002-2008) que jugará un rol central en el futuro bienestar de nuestra sociedad; entre ellas la energía solar es el recurso energético con mayor disponibilidad en casi todo el territorio peruano y bastante uniforme durante todo el año.

En el caserío El Limonar ubicado en el Distrito de Jayanca, Provincia de Lambayeque perteneciente al departamento de Lambayeque; se ha observado que aún no cuenta con servicio de energía eléctrica; ya que la lejanía, el aislamiento, la poca accesibilidad y la extrema pobreza son características de estos pobladores que generalmente usan velas, mecheros y baterías para su alumbrado, siendo ineficientes y tóxico para la salud humana.

En este Trabajo de Suficiencia se considera el uso de Sistema Fotovoltaico Domiciliario que cumplan con los requerimientos energéticos de dichas viviendas.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿De qué manera se podrá suministrar energía eléctrica al caserío El Limonar, utilizando recursos energéticos renovables?

### **1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Delimitación espacial:**

El distrito de Jayanca<sup>1</sup> es uno de los distritos administrativos de la Provincia de Lambayeque, ubicada en el Departamento de Lambayeque, bajo la administración del Gobierno Regional de Lambayeque, en el Perú.

Tiene una extensión de 680.96 km<sup>2</sup> de superficie.

Limita con los siguientes distritos:

- Al norte, con Motupe y Olmos
- Al Este, con Salas y Ferreñafe
- Al Sureste con Illimo
- Al Sur, con Pacora
- Al Sur Oeste con Morrope.

Ubicado en el norte de Perú, en las coordenadas Latitud (-6.3908333) y Longitud (-79.8219444), tiene una población de 17,204 habitantes según INEI 2017.

La accesibilidad vial del distrito se encuentra condicionada por la Carretera Panamericana Norte, que permite la articulación e integración con los distritos de la Provincia de Lambayeque, la Región y el país. Esta vía se encuentra asfaltada. Las vías vecinales están a nivel de trocha y mal conservadas, requieren ser mejoradas con el fin convertirlas en corredores económicos internos y mejorar las condiciones de traslado de los productos de la zona.

---

<sup>1</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito\\_de\\_Jayanca](https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Jayanca)

El caserío EL LIMONAR, cuenta con una población involucrada de un total de 85 habitantes con 16 viviendas y 01 institución educativa. Dicho caserío se encuentra en las coordenadas: Latitud = -6.18487 y Longitud = -79.49338

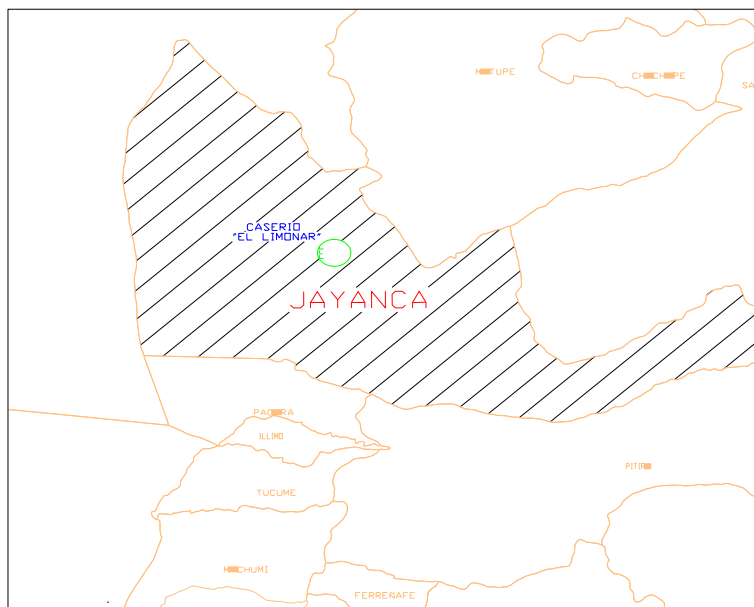


Figura N° 1: Ubicación del Caserío El Limonar en el distrito de Jayanca<sup>2</sup>



Figura N° 2: Visita al Caserío El Limonar<sup>3</sup>

---

<sup>2</sup> FUENTE: PLANO GEOGRAFICO DEL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

<sup>3</sup> FOTOGRAFIA: ELABORACION PROPIA

- **Geografía<sup>4</sup>:**

La mayoría de su territorio es llano, surcados por canales de regadío, cauces de ríos como La Leche y Motupe, así como las quebradas Anchoyita, Ñusca, Sondor, entre otras. Con elevaciones como los cerros Pañala, La Viña, Zurita, Pan de Azúcar, Gallinazo, Jagüey Negro, Briseño,

- **Clima:**

El clima está influenciado por la corriente marina de Humboldt en la zona baja costera, su temperatura media anual es 22°C fluctuando entre 26°C y 19°C (la temperatura máxima 35°C en verano la mínima 10.5°C en invierno). En las partes altas el clima es templado y frío, cuya temperatura oscila entre 12 y 18°C. Las precipitaciones pluviales generalmente se presentan en los meses de febrero, marzo y abril; los meses de menor precipitación son los meses de julio y agosto. Los vientos se presentan con mayor frecuencia en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre.

- **Recursos:**

Jayanca es un distrito tradicionalmente agropecuario, se ha caracterizado en la región por la producción de uvas, sin embargo con el transcurrir del tiempo este cultivo ha perdido importancia disminuyendo su productividad, debido a la mala utilización del suelo agrícola. La Comisión de Regantes del Sub Sector de Riego de Jayanca, está integrado al canal receptor de agua Magdalena, que le permite la atención de 883 usuarios registrados, para una

---

<sup>4</sup> <http://www.munijayanca.gob.pe/index.php?id=3&itemId=15>

superficie de cultivo de 6´100,67 ha con una dotación de agua equivalente a 260`580,340 m<sup>3</sup>.

Actualmente, el cultivo de mayor producción es el maíz amarillo con un promedio de 889,03 ha cultivables. En menor escala se encuentra el arroz con 417,13 ha, el frijol (caupí, Moquegua, bocanegra) con 300 ha y frijol de palo con 200 ha .

Los cultivos de mango, ciruela y huabos criollos tienen una moderada producción y bajo márgenes de rentabilidad económica para los agricultores.

Según la población, otros problemas que afectan la agricultura es la inadecuada infraestructura de riego de sus canales principales, deficiente manejo y conducción del recurso hídrico, el escaso asesoramiento técnico para el mejoramiento de sus cultivos.

Dentro de las 11,139.68 ha de bosques hay como especie más común al algarrobo. La flora de esta ciudad se caracteriza principalmente por ser desértica encontrándose a los cactáceos y matorrales así como también hay tierras de cultivo a orillas de acequias que provienen de los ríos Motupe y La Leche.

- **Ecología:**

Existe una tala indiscriminada de árboles de algarrobo, zapote y otros en el caserío La Viña, en donde extensas hectáreas de bosques han sido taladas para convertirlas en terrenos de cultivo, lo que está originando un deterioro del medio ambiente y el ecosistema.

La ciudad de Jayanca posee 8.793,09 ha de tierra con posibilidades de riego distribuidas en 137.16 hectáreas de pasto y 11.139,68 hectáreas de montes y bosques; así lo indicó el último censo agropecuario de 1994.

Tienen como únicos abastecedores al río Motupe y La Leche, siendo insuficientes por lo que encontramos 54 pozos tubulares de los cuales extraen agua del subsuelo.

- **Agricultura:**

Es una de las actividades económicas que tiene Jayanca, gracias a esta actividad muchas personas logran salir adelante aunque el problema es que no tienen el apoyo de las autoridades. El crecimiento de esta actividad ha sido tal que muchos la consideran como la principal en esta ciudad. La agricultura de Jayanca se basa en: maíz, arroz, caña, uva (la principal). La uva (*Vitis vinifera*) es la más producida, Este producto lo utilizan solo para exportar, es por eso, que la ciudad de Jayanca no le da tanta importancia como lo hacen con el maíz, el arroz o el algodón.

El impedimento para que esta actividad siga prosperando es la falta de canales de regadío, y este problema es resuelto por los propios campesinos los cuales abren canales para que así pueda pasar el agua, su principal colaborador. Los cuadros que se mostraran a continuación fueron adquiridos en la Dirección Regional de Agricultura y al último censo de agricultura en el año de 1994. En este censo se sembraron 1.193,07 ha de cultivos transitorios.

Tabla N° 1: Relación de pobladores que carecen de energía eléctrica<sup>5</sup>

ITEM	NOMBRE Y APELLIDOS DEL USUARIO	N° DE LOTE	N° HABIT.	Tipo y numero de documento de identidad	
1	MARCO ANTONIO GUEVARA NOVOA	01	11	DNI	26708974
2	FLORDELINA SANCHEZ SALDIVAR	02	6	DNI	47457631
3	MARCO FRANCISCO UGAZ PEREZ	03	6	DNI	33641194
4	MARIA SANTOS UGAZ PEREZ	04	5	DNI	33648054
5	JAIME HUMBERTO CORONADO ASALDE	05	3	DNI	17945507
6	MOISES FREDY FERNANDEZ ALFARO	06	4	DNI	16695675
7	INSTITUCION EDUCATIVA N° 11242 EL LIMONAR	07		DNI	-
8	MARIA ZULEMA CRUZ UGAZ	08	5	DNI	40827263
9	CARLO MAGNO MORI TOMANGUILLA	09	6	DNI	33739111
10	SIN DATOS	10	3	DNI	-
11	DANIEL VASQUE SILVA	11	3	DNI	27750343
12	IRIS YOLANDA SAMAME VASQUEZ	12	4	DNI	44346494
13	TRINIDAD PISCOYA YNOÑAN	13	6	DNI	42469317
14	TEODORO PISCOYA SANTISTEBAN	14	7	DNI	17568090
15	TEUDORO PISCOYA SANTISTEBAN	15	4	DNI	17568090
16	LUZMILA VILLEGAS BANCES	16	4	DNI	48643538
17	FRANCISCO BANCES CAJUSOL	17	5	DNI	16742248

### 1.3.2. Delimitación temporal:

Este trabajo de suficiencia profesional tendrá una duración de 06 meses

<sup>5</sup> ELABORACION PROPIA



## **1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Social:**

El trabajo de suficiencia profesional tiene como beneficio dar una mejor calidad de vida a los pobladores del Caserío El Limonar, lo cual repercute en los índices de desarrollo por la falta de este servicio en la sociedad en que vivimos.

### **1.4.2. Ambiental:**

La energía solar constituye una fuente de energía limpia y sostenible, sin emisiones tóxicas contaminantes y gases de efecto invernadero menor en relación a otras energías asociadas al gas, petróleo o carbón por lo que se presenta como una alternativa más conveniente que las energías provenientes de los combustibles fósiles.

### **1.4.3. Técnica:**

Permite el acercamiento tecnológico a la comunidad y fomenta el uso de energías renovables, contribuyendo así al estudio de esta línea de investigación

### **1.4.4. Económica:**

Dado que a pesar de su elevado costo de instalación, su costo de mantenimiento es bajo así como la evasión de costos de transmisión, distribución y transporte.

## **1.5. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN**

Los datos de radiación solar fueron obtenidos de 02 fuentes: Atlas solar del SENAMHI del 2003 y el software SOLARIUS PLUS

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. Objetivo General:**

El objetivo del trabajo de suficiencia profesional es Dimensionar un Sistema Fotovoltaico Domiciliario para el caserío El Limonar, ubicado en el Distrito de Jayanca, Provincia de Lambayeque, perteneciente al Departamento de Lambayeque.

### **1.6.2. Objetivos Específicos:**

- Estimar la demanda de energía promedio de las viviendas del caserío de El Limonar.
- Evaluar la Radiación Solar Promedio del Caserío
- Seleccionar los componentes del sistema fotovoltaico
- Estimar el Presupuesto Total de inversión para dar servicio domiciliario en el caserío El Limonar usando energía fotovoltaica.
- Determinar la Evaluación Económica que involucra la implementación del Sistema Fotovoltaico Propuesto para el caserío

# **CAPITULO II:**

# **MARCO TEÓRICO**

## 2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO

Cito a los siguientes autores, en los siguientes contextos como:

- **Contexto Internacional:**

**Carmencita de los Ángeles Joachin Barrios<sup>6</sup>** en su trabajo de tesis de "DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTÁICO AISLADO, PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LA COMUNIDAD RURAL BUENA VISTA, SAN MARCOS". En este proyecto se diseñan dos tipos de sistemas fotovoltaicos, dependiendo las condiciones económicas de las personas. También se explica que debido a la distribución de las viviendas dentro de la comunidad impidió que se diseñara un sistema centralizado aislado de energía solar fotovoltaica; dado a que el transporte de energía eléctrica provoca caídas de tensión en el cableado; aumentando proporcionalmente con la longitud (distancia) entre la generación eléctrica (Central) y el consumo

**Según Herbas Moreira Jhonatan Alberto** en su trabajo de tesis titulado: "ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO Y SOLAR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO DE GENERACIÓN ELÉCTRICA EN BASE AL USO DE ENERGÍAS ALTERNATIVAS EN EL PÁRAMO CHALUPAS, PERIODO 2015". En este proyecto se analiza la generación eólico-fotovoltaica, los instrumentos utilizados para la obtención de datos y la selección de los elementos para la generación de energía

---

<sup>6</sup> Carmencita De Los Ángeles Joachín Barrios : "DISEÑO DE UN SISTEMA SOLAR FOTOVOLTÁICO AISLADO, PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A LA COMUNIDAD RURAL BUENA VISTA, SAN MARCOS" – GUATEMALA, JUNIO 2008

eléctrica y el funcionamiento de cada uno de los elementos existentes en el diseño.

El proyecto demuestra las formas de convertir la energía mecánica en eléctrica, este sistema constará de partes eléctricas, electrónicas y de almacenamiento, los cuales unidos conforman un sistema de generación eléctrica.

En este proyecto se llega a la conclusión de que el clima en el Páramo Chalupas es factible para poder montar un sistema de generación eléctrica híbrida eólico-fotovoltaico.

El beneficio de este proyecto se aprecia en la satisfacción del cliente y en la calidad de energía que recibe, y con la cual puede vivir su día a día de una mejor manera.

Así mismo **Fabio de Jesús Acevedo Garcés** en su tesis titulado: “DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3 KW”. Se describe brevemente el desarrollo teórico de la tecnología fotovoltaica, desde el descubrimiento del fenómeno fotoeléctrico en el año de 1839, hasta la actualidad. Se explica la composición y el funcionamiento de un sistema solar fotovoltaico, y de cada una de sus partes o elementos. Se detalla la construcción, operación y comportamiento de los módulos solares fotovoltaicos de silicio, se incluyen curvas de las variables que los caracterizan. De igual forma, se definen las baterías de plomo ácido, los Controladores – controladores de carga y los inversores CC/CA para aplicaciones solares de tipo aislado. Se definen las características técnicas de la instalación solar fotovoltaica objeto de este trabajo, su lugar de

instalación y su aplicación específica. Se determinan las variables a tener en cuenta en el diseño: cargas a alimentar, demanda máxima, consumo de energía eléctrica diario y mensual y radiación solar. Posteriormente, se presentan los cálculos necesarios para dimensionar el sistema solar fotovoltaico; se calcula la radiación solar sobre los paneles a instalar, se calculan y dimensionan todos los equipos de la instalación: paneles, Controlador, banco de baterías, inversor y calibres de cables y de tuberías. Finalmente, se elaboran los esquemas que completan el diseño de la instalación solar fotovoltaica<sup>7</sup>.

- **Contexto Nacional**

Según **Bardales Espino José Leonardo**<sup>8</sup> en su tesis titulado “ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA MEDIANTE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN EL CENTRO POBLADO DE SHUNGUN REGIÓN AMAZONAS, 2016”. Esta abarca todos los aspectos de importancia para realizar el estudio de factibilidad para suministrar energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico al centro poblado de Shungun, distrito de Magdalena provincia de Chachapoyas región Amazonas, el cual cuenta con una población de 41 viviendas, para realizar correctamente el estudio se tomaron datos de los habitantes con el fin de conocer la demanda de energía así mismo esta demanda de energía cumple con lo establecido por el ministerio de energía y minas, se obtuvieron datos de radiación solar, luego se realizó los cálculos del dimensionamiento del sistema fotovoltaico,

---

<sup>7</sup> Acevedo Garcés, F. (2016). *Diseño de una instalación solar fotovoltaica con capacidad para 3 kilovatios*. Bogotá.

<sup>8</sup> (Bardales Espino 2016)

para la distribución de la energía se diseñó una red secundaria trifásica de baja tensión teniendo en cuenta las normas nacionales de electrificación rural y finalmente se realizó la evaluación económica usando herramientas financieras como el VAN, TIR y la relación costo-beneficio de esta manera determinamos si es factible el suministro de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el centro poblado.

Según **Delfor Flavio Muños Anticona** en su trabajo de tesis de "APLICACIÓN DE LA ENERGÍA SOLAR PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL EN ZONAS MARGINALES DEL PAÍS". En esta tesis se plantea el uso de la energía solar, como alternativa de solución inmediata a los problemas de electrificación rural en zonas aisladas y de frontera, con población dispersa y baja demanda de energía y que no cuentan con la posibilidad de acceder a los sistemas de electrificación convencionales. La aplicación de esta alternativa se basa en criterios principales tales como el de priorización, análisis de sostenibilidad y un escenario probable con el cual se desea cumplir las metas propuestas en el Plan Nacional de Electrificación Rural<sup>9</sup>.

Según **Juan Emmanuel Odar Acuña** en su trabajo de tesis titulado "ELECTRIFICACIÓN RURAL FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO PAREDONES, DISTRITO DE CHONGOYAPE 2016" Este trabajo muestra el desarrollo de un proyecto para implementar un Sistema que utilice la energía solar, para generar energía eléctrica para el Caserío "Paredones", del Distrito de Chongoyape, asimismo, se presentan las etapas cálculos y diseño de cómo será

---

<sup>9</sup>Muñoz Anticona, Delfor Flavio. «Aplicacion de la energia solar para electrificacion rural en zonas marginales del pais.» Lima, 2005.

desarrollado este proyecto. Inicialmente se lleva a cabo una investigación sobre conversión de la energía solar en electricidad a partir de las centrales térmicas solares y celdas solares. Seguidamente, se analiza el funcionamiento de sistemas fotovoltaicos autónomos, sus principales componentes y las recomendaciones que deben tomarse en cuenta a la hora de realizar el dimensionamiento y escoger los equipos. Asimismo, se estima el nivel de radiación solar promedio en la zona de interés, así como el consumo eléctrico diario para conocer los diversos factores que están relacionados con las cargas eléctricas conectadas y disponibles en la institución. Otro punto importante es el análisis económico, esto se realizará para determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto, así como el periodo de recuperación del capital invertido. (Odar Acuña 2016)

- **Contexto Local**

Según **Julio Cesar Cieza Coronado**<sup>10</sup> en su tesis titulado “DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALUMBRADO EN EL HOSTAL LANCELOT UBICADO EN CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE”; donde se diseñó un sistema solar fotovoltaico para el suministro de energía al circuito de alumbrado, para el Hostal Lancelot; en el cual se encontraron 138 lámparas con una potencia de 18 W; dando un consumo de energía promedio de 17.39 kWh/día. Este estudio dio como resultado la utilización de 24 paneles fotovoltaicos de 320 Wp, dos controladores BlueSolar MPPT

---

<sup>10</sup> Julio Cesar Cieza Coronado: “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALUMBRADO EN EL HOSTAL LANCELOT UBICADO EN CHICLAYO”. Peru - 2017



150 l 70 Tr, un inversor Victron 48/5000-230V; 24 baterías ROLLS 12 CS 11 PS.

**Jorge Máximo Moran Santamaría**; en su tesis de Ingeniería titulado “ANÁLISIS Y EVALUACIÓN PARA LA VIABILIDAD TÉCNICO ECONÓMICO EN EL USO DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA EL CENTRO POBLADO CRUZ DE PAÑALÁ – DISTRITO DE MÓRROPE”; hace un estudio de electrificación con energía solar para el centro poblado Cruz de Pañalá, el cual carece de energía eléctrica de manera geográfica por tener limitaciones al acceso de redes eléctricas por su distancia, altos costos de transporte y recursos energéticos limitados, lo que hace tener un costo elevado en la generación de energía; el cual lo llevo a la evaluación de otros recursos de energía renovable y su rentabilidad.

En este estudio el autor concluye que en el centro poblado Cruz de Pañalá distrito de Mórrope, si es rentable implementar un Sistema Fotovoltaico para uso doméstico y productivo (en uso productivo se hizo el diseño de un sistema fotovoltaico para bombeo de agua) frente a otras alternativas de generación eléctrica como la convencional, por ser una zona aislada. Y de acuerdo a la evaluación económica, la inversión a realizar en beneficio de las 40 familias suministrando energía con sistemas fotovoltaicos es de S/ 393 154,87 y con la electrificación convencional es de S/ 1 584 052,88 la cual es muy superior<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Moran Santamaria, Jorge Maximo. «Análisis y Evaluación para la Viabilidad Técnico Económico en el uso de la Energía Solar Fotovoltaica para el Centro Poblado Cruz de Pañalá – Distrito de Mórrope.» Lambayeque, 2013.

## 2.2. DESARROLLO DE LA TEMÁTICA CORRESPONDIENTE AL TEMA

### DESARROLLADO

#### 2.2.1. El sol como fuente energética

El sol es la estrella más próxima a la Tierra. Tiene un radio de unos 700 000 km y una masa de  $2 \times 10^{30}$  Kg, unas 330 000 veces la de la Tierra. A su alrededor giran los planetas del sistema solar, aunque el concentra el 99 % de la masa del mismo. Su densidad es 1 41 103 kg/m<sup>3</sup>. La temperatura de su superficie ronda los 6 000°C, aunque es algo menor en las manchas solares (alrededor de los 4 800°C). Las manchas solares tienen una gran influencia en nuestro clima. Cerca del centro la temperatura es de más de 15'000 000°C y la densidad es unas 120 veces mayor que en la superficie. En esta zona se alcanzan presiones de 250 000 millones de atmosferas. Los gases del núcleo están comprimidos hasta una densidad 150 veces la del agua<sup>12</sup>. (Chona Suarez 2013)

La fuente de toda la energía del sol se encuentra en el núcleo. Debido las condiciones extremas de presión y temperatura en su interior, tienen lugar reacciones nucleares de fusión. En estas, cuatro átomos de hidrógeno se combinan para convertirse en un átomo de helio. La masa del átomo de helio es 0,7 % menor que la masa de los cuatro átomos de hidrogeno. Esa masa que falta es lo que se convierte en energía que, en forma de rayos gamma, se expande desde el núcleo hacia la superficie en los primeros 500.000 km de espesor de la esfera solar por radiación, ahí alcanza la zona en que el

---

<sup>12</sup> (Chona Suarez 2013)

transporte es ya por convección y que permite a los fotones, después de un largo viaje de miles de años alcanzar la superficie solar<sup>13</sup>

### **2.2.2. Energía Solar en el Perú<sup>14</sup>**

A diferencia de los países nórdicos, el territorio peruano, por estar mucho más próximo al Ecuador, cuenta con sol durante la mayor parte del año. Según el Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, el Perú tiene una elevada radiación solar anual siendo en la sierra de aproximadamente 5,5 a 6,5 kWh/m<sup>2</sup>; 5,0 a 6,0 kWh/m<sup>2</sup> en la Costa y en la Selva de aproximadamente 4,5 a 5,0 kWh/m<sup>2</sup> (ver Figura N° 3).

En el Perú hay tres ámbitos donde se ha desarrollado el uso de energía solar en el Perú. El primer ámbito (y más tradicional) es el uso como fuente térmica a través de termas de agua en zonas del sur peruano, principalmente Arequipa y Puno, departamentos en los que existe cerca de 30 empresas dedicadas a la fabricación y mantenimiento de estos aparatos. No obstante, aún es amplio el camino a recorrer para masificar el uso de paneles solares tanto para áreas urbanas como rurales destinados al uso térmico el cual implicaría menor consumo de la red eléctrica en los hogares (una terma eléctrica es uno de los principales consumidores de energía eléctrica en un hogar). Asimismo, su uso no se limitaría a lo domestico sino también podría incluirse en usos productivos como secadores de granos para la agricultura (en la zona sur la producción de granos andinos como kiwicha, quinua, kañihua es alta) así como para como la potabilización de agua en aquellas zonas que lo requieran.

---

<sup>13</sup> (Chona Suarez 2013)

<sup>14</sup> <http://gruporural.pucp.edu.pe/nota/el-desarrollo-de-la-energia-solar-en-el-peru/>

Como vemos, el sector de la energía solar va desde pequeñas instalaciones familiares hasta grandes proyectos de centrales solares. Es interesante que los avances, en este último caso, generen el desarrollo tecnológico y la difusión de esta fuente de energía renovable en el país. Una característica primordial de la energía solar es su capacidad para adecuarse a proyectos de mediana y pequeña envergadura para usuarios individuales. Por ejemplo, en ámbitos urbanos se pueden desarrollar instalaciones fotovoltaicas que se integren a grandes superficies expuestas como estacionamientos, edificios, marquesinas. De hecho, la T –Solar ya desarrolla proyectos de este tipo en España. Este tipo de innovaciones permite acercar la producción de electricidad al punto de consumo evitando pérdidas durante el transporte y además de reemplazar el consumo de energía eléctrica de la red nacional y ahorrar costos a quienes la implementan.



Figura N° 3: Mapa solar del Perú<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> (SENAMHI 2003)

### **2.2.3. Componentes de la radiación solar<sup>16</sup>**

Como se ha referido, el sol es una poderosa fuente de energía. Esa energía solar que nos llega a la tierra puede ser transformada en energía eléctrica en un proceso denominado efecto fotovoltaico (FV) en células o celdas solares que se montan en paneles, como veremos a continuación. Según como Llegue la luz solar a la superficie de la tierra, podemos clasificar la radiación en Tres tipos diferentes: directa, dispersa o difusa y albedo. (Chona Suarez 2013)

Radiación solar directa. Es la que incide sobre cualquier superficie con un ángulo único y preciso. La radiación solar viaja en línea recta, pero los gases y partículas en la atmósfera pueden desviar esta energía, lo que se llama dispersión. Esto explica que un área con sombra o pieza sin luz solar está iluminada: le llega luz difusa o radiación difusa. (Chona Suarez 2013)

Los gases de la atmósfera dispersan más efectivamente las longitudes de onda más cortas (violeta y azul) que las longitudes de onda más largas (naranja y rojo). Esto explica el color azul del cielo y los colores rojo y naranja del amanecer y atardecer. Cuando amanece o anochece, la radiación solar recorre un mayor espesor de atmósfera y la luz azul y violeta es dispersada hacia el espacio exterior, pasando mayor cantidad de luz roja y naranja hacia la Tierra, lo que da el color del cielo a esas horas.

Se llama albedo a la fracción de la radiación reflejada por la superficie de la tierra o cualquier otra superficie. El albedo es variable de un lugar a otro y de un instante a otro, por ejemplo, para un cuerpo negro, su valor es igual a cero, pero para la nieve es de 0,9; para un suelo mojado es 0,18; etc.

---

<sup>16</sup> (Chona Suarez 2013)

Las proporciones de radiación directa, dispersa y albedo recibida por una superficie dependen:

De las condiciones meteorológicas: en un día nublado la radiación es prácticamente dispersa en su totalidad mientras que en un día despejado con clima seco predomina, en cambio, la componente directa, que puede llegar hasta el 90 % de la radiación total.

De la inclinación de la superficie respecto al plano horizontal: una superficie horizontal recibe la máxima radiación dispersa -si no hay alrededor objetos a una altura superior a la de la superficie- y la mínima reflejada. Al aumentar la inclinación de la superficie de captación disminuye la componente dispersa y aumenta la componente reflejada.

De la presencia de superficies reflectantes (debido a que las superficies claras son las más reflectantes, la radiación reflejada aumenta en invierno por efecto de la nieve y disminuye en verano por efecto de la absorción de la hierba o del terreno).

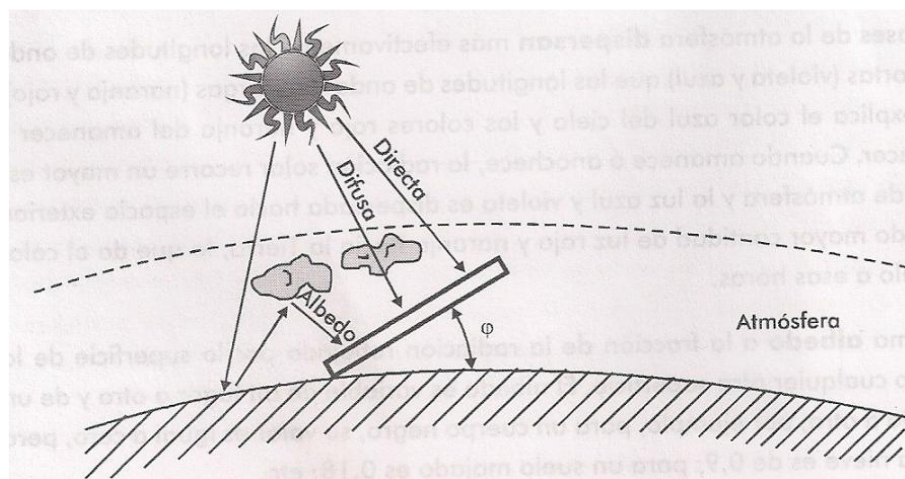


Figura N° 4: Componentes de la radiación solar<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> (Chona Suarez 2013)

#### 2.2.4. Medición de radiación Solar

Los medidores de radiación solar le ayudan a la hora de seleccionar la ubicación o de comprobar módulos fotovoltaicos. Existen varios Instrumentos para medir los parámetros.

**Medida de radiación directa:** Se realiza con un instrumento denominado pirheliómetro. Mide la radiación solar, en función de la concentración de un punto de luz. Utilizan generalmente termopilas como detectores. Se emplean para un registro continuo de la radiación solar.



Figura N° 5: Pirheliómetro autocalíbrable de cavidad absoluta<sup>18</sup>

**Medición de la radiación difusa:** Para medir la radiación difusa (o la radiación solar procedente de la dispersión de los rayos por los constituyentes atmosféricos) también se puede emplear lo piranómetros. Para eliminar que la componente directa de la radiación incida sobre el sensor, se instala un sistema que consiste en una banda o un disco para-sol que evita la radiación solar directa del mismo.

---

<sup>18</sup> <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/pirheliometro-80217.html>



Figura N° 6: Piranómetro con banda de sombra<sup>19</sup>

Medida de la radiación global: Para este caso se emplea el piranómetro, también llamado solarímetro y actinómetro, es un instrumento con el que se mide la radiación solar global (difusa y directa), que se recibe en todas las direcciones, pero que usualmente se usa para medir la que se recibe sobre una superficie horizontal. Es un instrumento sencillo que no requiere la incorporación de mecanismos de seguimiento solar.



Figura N° 7: Piranómetro<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> <http://www.kippzonen.es/Product/235/Espira-de-Sombra-CM121B-C>

<sup>20</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Piran%C3%B3metro>



### 2.2.5. Horas de sol pico (H.S.P.):

La **hora solar pico** (HSP) es una unidad que mide la irradiación solar y se define como la energía por unidad de superficie que se recibiría con una hipotética irradiancia solar constante de  $1\,000\text{ W/m}^2$ .

Una hora solar pico equivale a  $3,6\text{ MJ/m}^2$  o, lo que es lo mismo,  $1\text{ kWh/m}^2$ , tal y como se muestra en la siguiente conversión:

#### Interpretación grafica<sup>21</sup>

Si se representa en un gráfico la distribución horaria de la irradiación incidente sobre la superficie terrestre se observa que los niveles varían a lo largo del día. Gráficamente, la hora pico solar se interpreta como una función de valor constante que delimita la misma área que la distribución antes mencionada.

Así, la hora solar pico nos indica el número de horas al día en las que se recibe una irradiación solar de  $1\,000\text{ W/m}^2$ . Si se cumplieran el resto de condiciones estándar, sería el número de horas al día en las que un panel fotovoltaico proporcionaría su potencia pico. Multiplicando HSP por potencia pico, obtendríamos la energía que proporciona un panel fotovoltaico (sin considerar las pérdidas que suelen ser de un 20 %).

---

<sup>21</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Hora\\_solar\\_pico](https://es.wikipedia.org/wiki/Hora_solar_pico)

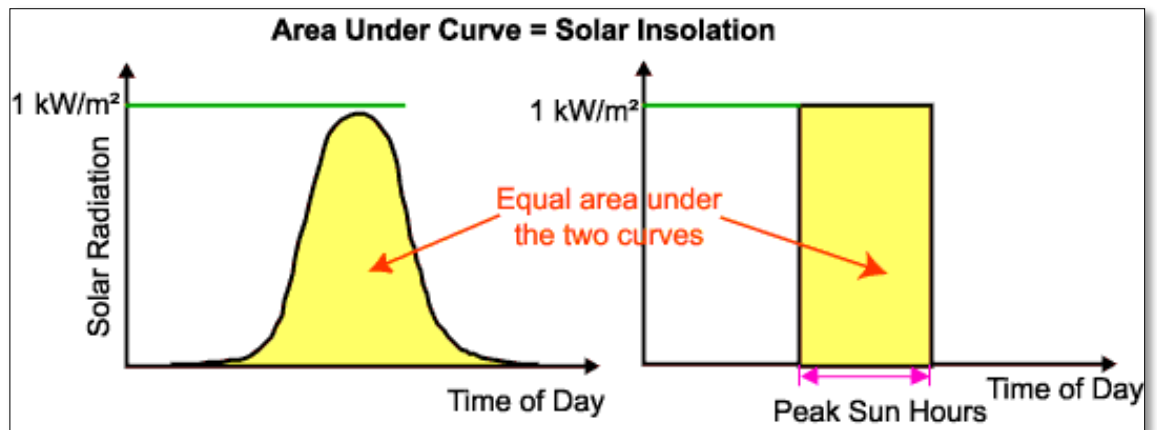


Figura N° 8: Concepto de horas sol pico<sup>22</sup>

### 2.2.6. Componentes de los sistemas fotovoltaicos

Para que el sistema fotovoltaico funcione correctamente y tenga una elevada fiabilidad de suministro y durabilidad, debe estar conformado por:

Subsistema de captación: transforma la radiación solar en electricidad.

Subsistema de almacenamiento: almacena la energía.

Subsistema de regulación: regula la entrada de energía procedente del campo de captación (ver Figura N° 9).

Subsistema de adaptación de corriente: adecua las características de la energía a las demandas por aplicaciones. (Muñoz Anticon 2005, 37)

<sup>22</sup> <http://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/promedio-de-la-radiaci%C3%B3n-solar>

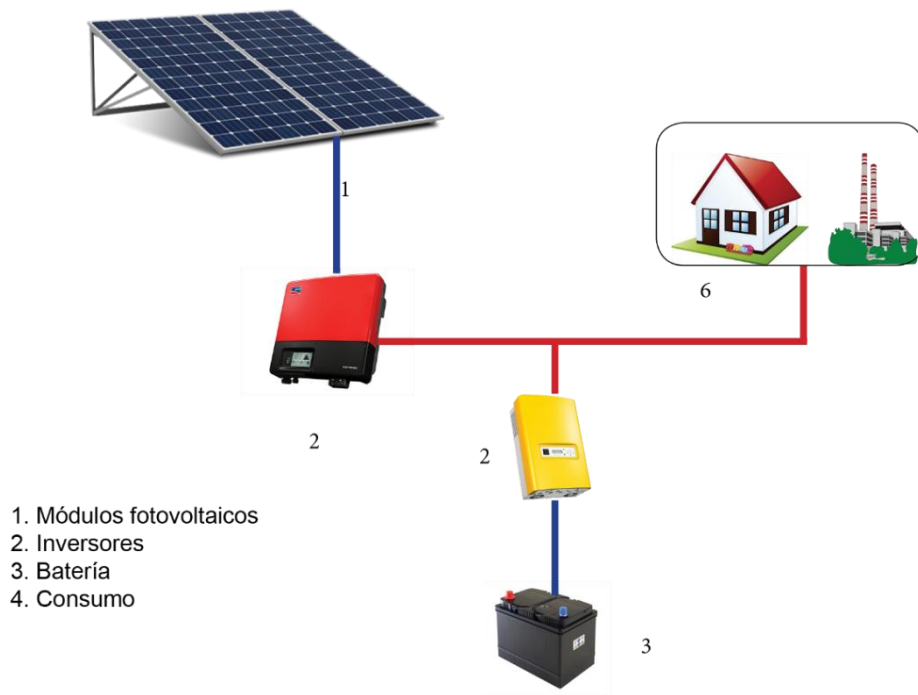


Figura N° 9: Esquema de un sistema fotovoltaico<sup>23</sup>

#### 2.2.6.1. Subsistema de captación:

- **Célula fotovoltaica**

Para aprovechar en forma de energía eléctrica, la energía que llega a la tierra en forma de radiación solar, se emplean unos dispositivos llamados paneles solares. El material que se emplee para su fabricación debe ser especialmente sensible a la radiación de la luz solar, ya que el efecto de conversión resulta de la interacción entre los fotones y los átomos que constituyen el material con el que se fabrican.

Con dicho material (sensible a la radiación solar) se construyen las celdas solares. Físicamente, una célula solar no es más que un diodo con una superficie muy amplia, que puede llegar a decenas de  $\text{cm}^2$ . La mayor parte de las células solares que se comercializan en la actualidad son de silicio.

Es un elemento que se encuentra en todo el mundo, ya que forma la arena

<sup>23</sup> <http://www.sitecnosolar.com/sistema-aislado-con-baterias/>

(dióxido de silicio,  $\text{SiO}_2$ ). En su forma más pura, el silicio semiconductor se emplea en la industria de la microelectrónica, donde es la base de los microchips.

Las células o celdas solares se fabrican a partir de planchas de este material. Generalmente, una célula fotovoltaica tiene un grosor que varía entre los 0,25 y los 0,35 mm y una forma generalmente cuadrada, con una superficie aproximadamente igual a  $100 \text{ cm}^2$ . El proceso de fabricación varía según las cualidades que se quieran obtener (rendimiento, flexibilidad, económica): a más pureza, más altos son los costos, para una calidad que no va a suponer un incremento sustancial del rendimiento.

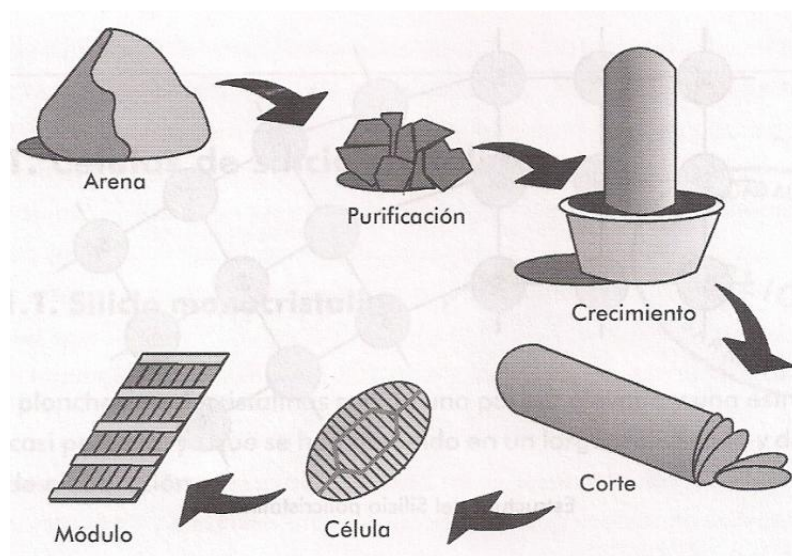


Figura N° 10: Creación de un panel solar<sup>24</sup>

Está constituido por paneles solares fotovoltaicos que producen energía eléctrica debido a que captan la radiación luminosa procedente del sol a través de las celdas de silicio y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 ó 24 V). Este proceso funciona también cuando hay nubes livianas, pero con menos rendimiento.

---

<sup>24</sup> (Chona Suarez 2013)

Un módulo fotovoltaico es la conexión de varias células en paralelo y/o en serie, se conectan en serie para aumentar la corriente y en paralelo para incrementar el voltaje.

Para ensamblar un panel fotovoltaico, se cuentan con plantas que deben estar certificadas con altos estándares de calidad sobre todo en soldadura. Se utilizan principalmente, metales (buenos conductores) y vidrios.

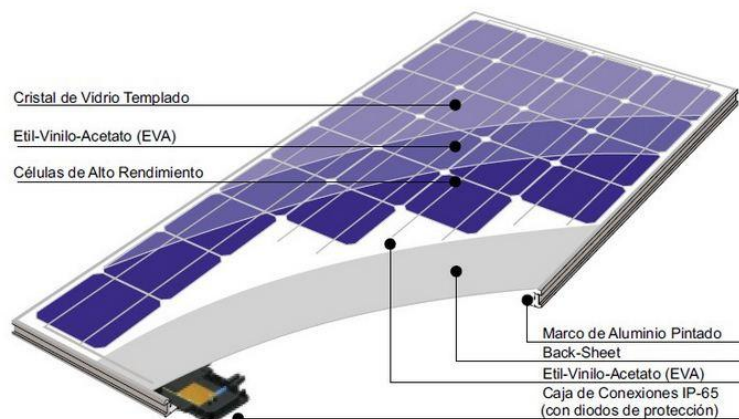


Figura N° 11: Fabricación de la célula y del módulo fotovoltaico<sup>25</sup>

Los tipos de paneles solares vienen dados por la tecnología de fabricación de las células, y son fundamentalmente:

- Silicio cristalino (monocristalino y multicristalino).
- Silicio amorfo.

En la tabla N° 1, podemos observar las diferencias que existen entre ellos.

#### • **Potencia de la celda solar**

La potencia que proporciona una célula de tamaño estándar (digamos de 10 cm) es muy pequeña (en torno a 1 W o 2 W), por lo que generalmente será necesario tener que asociar varias de ellas con el fin de proporcionar la

<sup>25</sup> <http://eliseosebastian.tumblr.com/post/27900695685/componentes-de-un-panel-solar-fotovoltaico>

potencia necesaria al sistema fotovoltaico de la instalación. Es de este hecho de donde surge el concepto de *panel solar* o *módulo fotovoltaico*, cuyos elementos y características acabamos de ver.

Según la conexión eléctrica que hagamos de las células, nos podemos encontrar con diferentes posibilidades

La conexión en serie de las células permitirá aumentar la tensión final en los extremos de la célula equivalente.

La conexión en paralelo permitirá aumentar la intensidad total del conjunto.

Tabla N° 2: Diferencias entre los paneles según la tecnología<sup>26</sup>

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo
	Monocrystalino	24 %	15 - 18 %
	Policristalino	19 - 20 %	12 - 14 %
	Amorfo	16 %	< 10 %

- **Conexiones de módulos fotovoltaicos**

La intensidad y la tensión de un módulo fotovoltaico no siempre satisfacen los recursos de tensión e intensidad de un sistema. Es necesario agrupar varios módulos para conseguir valores adecuados, teniendo en cuenta que conectando módulos en serie aumenta la tensión del sistema y conectando

---

<sup>26</sup> Fuente: (Diaz Corcobado 2008)

módulos en paralelo se aumenta la intensidad de corriente del sistema más características de tensión y de corriente no siempre satisfacen<sup>27</sup>.

### A. Conexión de módulos Serie

Si conectamos los paneles fotovoltaicos en serie, entonces conseguimos aumentar la tensión del generador fotovoltaico y mantener el mismo valor de corriente generada (Figura N° 12).

Puesto que la tensión generada es igual a la suma de todas las tensiones por cada módulo fotovoltaico, o lo que es lo mismo al producto de la tensión de un módulo por el número de módulos fotovoltaicos (ya que se supone que tienen las mismas características).



Figura N° 12: Conexión en serie de módulos fotovoltaicos<sup>28</sup>

### B. Conexión de módulos en paralelo

Si conectamos los paneles fotovoltaicos en paralelo lo que obtenemos es aumentar la corriente generada y mantener fijo el voltaje, tal como se muestra en la Figura N° 13

Puesto que la corriente generada es igual a la suma de todas las corrientes generadas por cada módulo, o lo que es lo mismo al producto de la corriente

<sup>27</sup> (Castejon 1998)

<sup>28</sup> <http://www.gesby.net/gesby/classifieds/315/1592/conectar-paneles-solar-en-serie-y-paralelo>

generada por un módulo por el número de módulos (ya que se supone que tienen las mismas características).

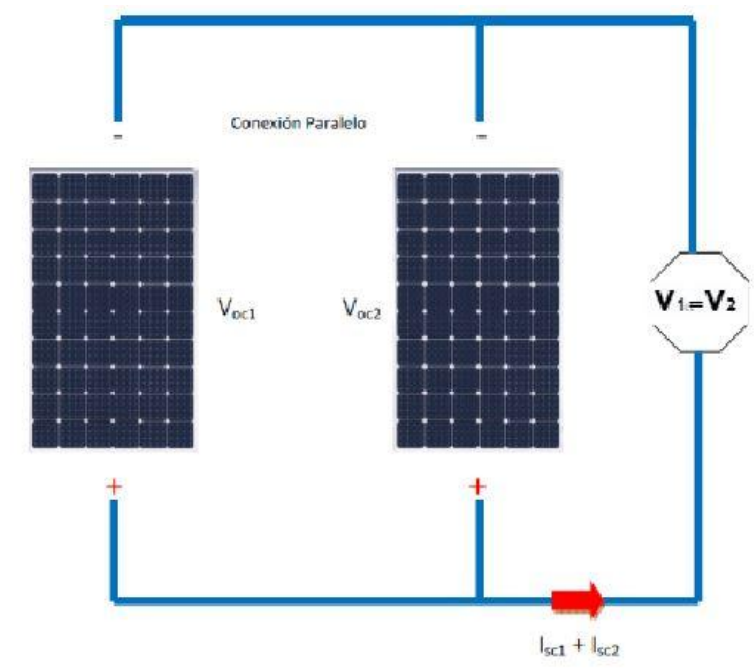


Figura N° 13: Conexión en paralelo de módulos fotovoltaicos<sup>29</sup>

### C. Conexión de módulos en serie/paralelo

En esta situación la tensión del generador fotovoltaico es la tensión del panel fotovoltaico multiplicado por el número de módulos en serie y la corriente eléctrica de generador fotovoltaico se obtiene multiplicado por el número de ramas de módulos

<sup>29</sup> <http://www.gesby.net/gesby/classifieds/315/1592/conectar-paneles-solar-en-serie-y-paralelo>



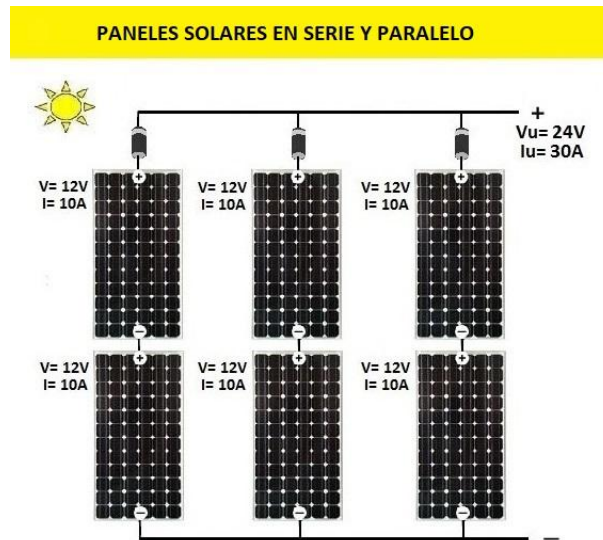


Figura N° 14: Conexión serie/paralelo de módulos fotovoltaicos<sup>30</sup>

Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad es superior al 12%.

#### A. Silicio Policristalino

Estas celdas se obtienen a partir de bloques de silicio puro en moldes especiales. En los moldes, el silicio se enfría lentamente, solidificándose. En este proceso, los átomos no se organizan en un único cristal, formándose una estructura policristalina con superficies de separación entre los cristales. Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad es algo menor a las de silicio monocristalino.

#### B. Silicio Amorfo

Estas celdas se obtienen mediante la deposición de capas muy delgadas de silicio sobre superficies de vidrio o metal. Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad varía entre un 5 y un 7%. Son, por consiguiente, los más baratos y menos duraderas. Son las utilizadas en calculadoras y aparatos por el estilo ya que la energía que proporcionan es muy baja (Muñoz Anticona 2005).

<sup>30</sup> <http://www.mpptsolar.com/es/paneles-solares-paralelo.html>

### **Funcionamiento de un panel fotovoltaico**

Un panel solar FV al captar los rayos del sol, genera una corriente eléctrica, a una tensión determinada en sus bornes. Estos parámetros dependen de los siguientes factores:

- La irradiación solar incidente sobre la superficie del panel.
- La temperatura del panel.

La irradiación y temperatura son factores que dependen de las condiciones de instalación como el clima, latitud de la zona de instalación, características geográficas de la localidad, época del año y hora del día.

El material y tecnología empleada en la fabricación de las células FV.

La cantidad de células conectadas en serie y paralelo en el panel.

El material y tecnología empleados como la cantidad de células, son características de la marca y modelo de cada panel.

En los paneles solares también existen otros factores que influyen sobre las características eléctricas, de entre los cuales es importante mencionar los siguientes:

La corriente generada es proporcional a la irradiación solar.

La tensión generada es inversamente proporcional a la temperatura del panel. (Velasquez Cespedes 2012)

Todo módulo fotovoltaico tiene una curva típica para la potencia de salida en función de la corriente de carga. El panel FV no escapa a esta regla. La curva de un panel FV proporciona la relación mencionada, ya que asocia los valores de Corriente y Tensión para diferentes cargas. La potencia de salida para una determinada condición de trabajo está dada por el producto de los

valores de corriente y tensión correspondientes, por lo tanto, la potencia será afectada al variar cualquiera de estas magnitudes.

La Figura 15 muestra la curva característica de funcionamiento Corriente v/s Tensión de un panel FV de 53 Watt (W). Cuando el circuito exterior no está conectado (corriente nula), la tensión de salida o de circuito abierto ( $V_{oc}$ ) alcanza el valor máximo. Este máximo de tensión corresponde a una corriente nula. En cambio, cuando el voltaje de salida es nulo (cortocircuito) la corriente de salida alcanza su valor máximo ( $I_{sc}$ ). Para ambos puntos la potencia de salida es nula. Consecuentemente, un cortocircuito entre los terminales de salida del panel no dañará al mismo. Entre estos dos valores, la potencia de salida alcanza el valor máximo ( $P_{Max.}$ ). Los valores máximos de voltaje ( $V_{Max.}$ ) y corriente ( $I_{Max.}$ ) son los que generan la máxima potencia ( $P_{Max.}$ ).

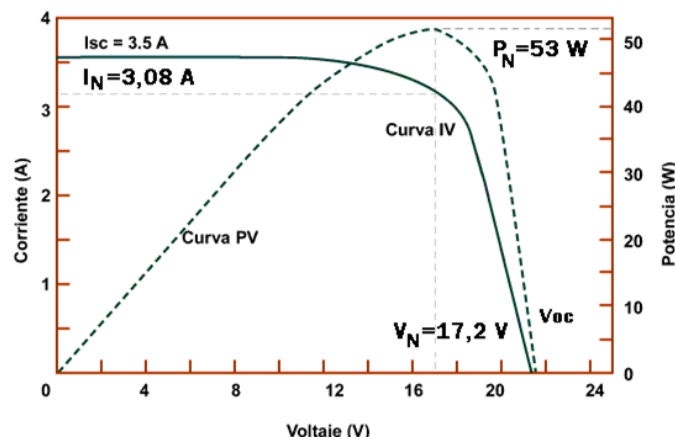


Figura N° 15: Curva característica de un panel fotovoltaico<sup>31</sup>

La curva de potencia se genera multiplicando la corriente y el voltaje en cada punto de la curva característica. Normalmente los paneles funcionan en

<sup>31</sup> (Velasquez Cespedes 2012)

puntos cercanos al de potencia nominal, dependiendo de la tensión de las baterías o de la carga resistiva conectada a sus terminales. La forma de la curva entre los puntos anteriores es una característica propia de cada panel, que se define como factor de forma (F.F).

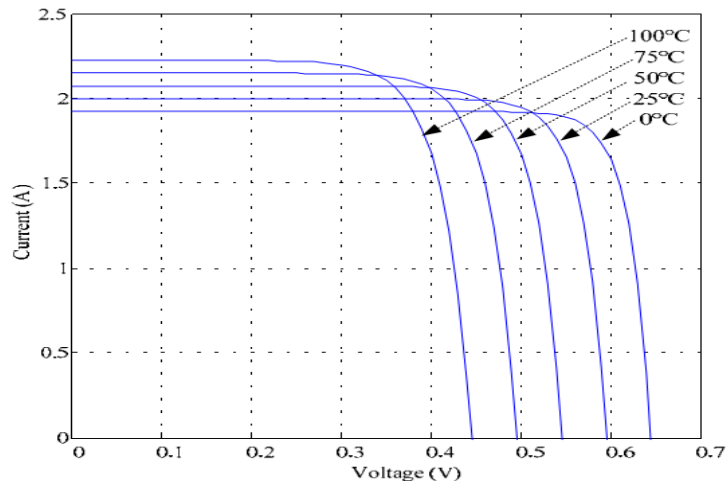


Figura N° 16: Influencia de la temperatura en la curva: I-V32

En la Figura 16 se muestra que, al aumentar la temperatura, disminuye la tensión y también la potencia entregada por el panel.

Si la tensión disminuye demasiado, esto influye en forma negativa en el proceso de carga de las baterías de una instalación FV. Esto se debe a que las baterías se cargan con tensiones iguales o superiores a su valor nominal. Por ejemplo, en el caso de paneles cuya tensión nominal (*Nom V*) es 16 (V) a 25 °C y se tiene baterías que se cargan a 15 (V), no existen problemas, pero si al aumentar la temperatura y consecuentemente disminuyese la tensión de los paneles, a un valor menor a 15 (V), existirán problemas en el proceso de carga debido al funcionamiento en condiciones anormales.

<sup>32</sup> (Velasquez Cespedes 2012)

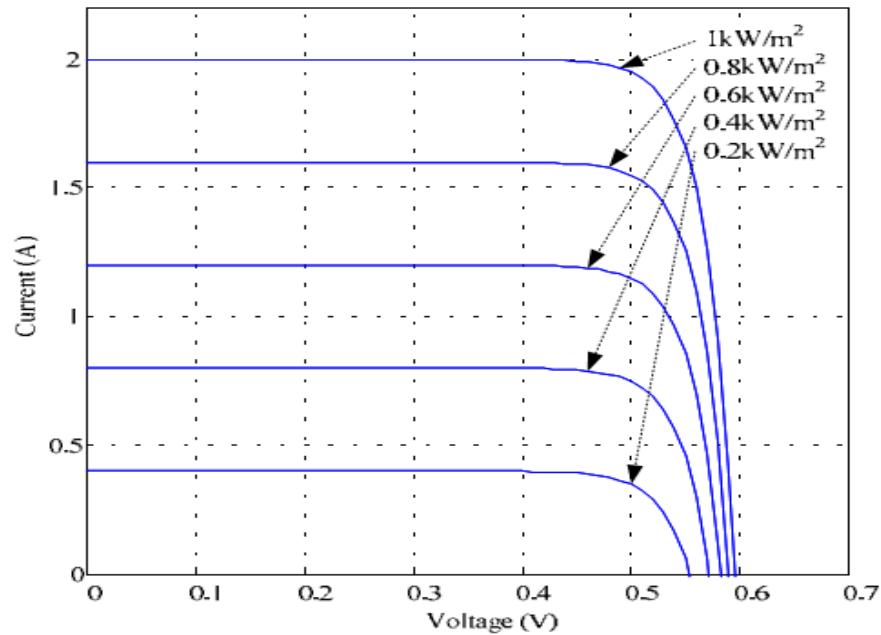


Figura N° 17: Influencia de la irradiación solar en la curva I-V<sup>33</sup>

En la Figura 17 se presenta la influencia de la irradiación incidente sobre el panel. La corriente generada aumenta proporcionalmente a la irradiación sobre el panel, en cambio la tensión permanece prácticamente constante. Como la potencia nominal es el producto de la tensión nominal ( $V_{Nom}$ ) por la corriente nominal ( $I_{Nom}$ ), afirma que la potencia generada por el panel aumenta linealmente con la irradiación solar.

#### 2.2.6.2. Subsistema de Control de Carga

El Controlador de carga (RDC) es un equipo electrónico cuya función es controlar el flujo de energía entre los módulos fotovoltaicos, las baterías y los elementos de consumo. También cumple con la tarea de proteger las baterías de sobrecargas y descargas profundas. Para preservar la vida de las baterías es necesario evitar estas situaciones (Céspedes Molano 2007). El CDC controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la corriente o intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil.

<sup>33</sup> (Velazquez Céspedes 2012)

También genera alarmas en función del estado de dicha carga. Los Controladores actuales introducen microcontroladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado. Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad de la batería, ver Figura 18.

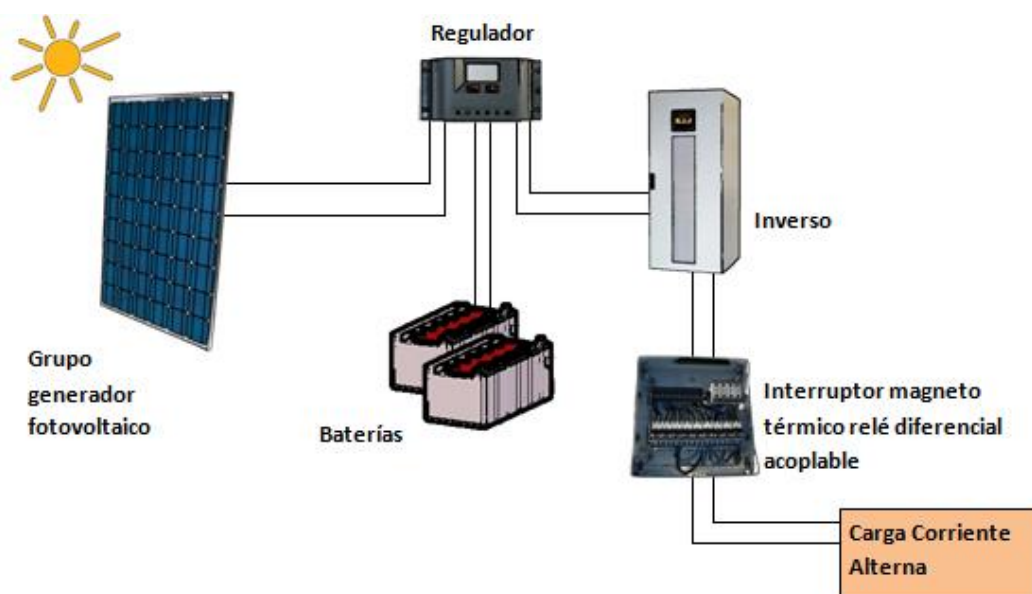


Figura N° 18: Ubicación del Controlador de carga<sup>34</sup>

- **Funcionamiento del Controlador de carga**

El CDC se basa en dos principios de funcionamiento, estos son:

**Sobrecarga:** Si las baterías se encuentran totalmente cargadas, el CDC, interrumpe automáticamente la corriente de carga, de manera que la tensión

<sup>34</sup> <http://eliseosebastian.tumblr.com/post/37407508820/qu%C3%A9-hace-un-Controlador-con-los-paneles>

no sobrepase el voltaje o tensión máximo de carga definido por el fabricante de las baterías. Esta condición se puede ver afectada por la temperatura ambiente a la cual se encuentran las baterías, para evitar esto algunos CDC incorporan un sistema de compensación de temperatura.

**Sobredescarga:** Con el fin de evitar la descarga excesiva de las baterías, el CDC interrumpe la corriente de consumo automáticamente cuando alcanza el límite de descarga permitido por la batería. Tan pronto como la batería vuelva a recuperar el voltaje mínimo, el RDC, reconectará el sistema.

## REGULADORES DE CARGA SOLARES



Figura N° 19: Controlador de carga<sup>35</sup>

- **Características Eléctricas del Controlador de Carga<sup>36</sup>**

Las características eléctricas más relevantes de un CDC son:

**Control de carga:** Es la capacidad de variar la cantidad de potencia fluyendo entre los paneles FV y las baterías, a través del control de la corriente, en la medida que estas alcanzan la condición de plena carga.

**Protección de corriente inversa:** Es la capacidad de desconectar las baterías o utilizar diodos de bloqueo que impiden el flujo de corriente desde las baterías hacia los paneles FV en horas de la noche.

<sup>35</sup> <http://www.areatecnologia.com/electricidad/Controlador-de-carga-solar.html>

<sup>36</sup> (Cespedes Molano 2007)

**Desconexión por baja tensión:** Es el sistema que desconecta las baterías del consumo cuando una tensión menor que la mínima es detectada por los circuitos electrónicos internos y su acción evita una descarga profunda de estas.

**Protección de sobrecorriente:** Son los sistemas internos del controlador de carga que actúan cuando la corriente que ingresa y que sale del controlador, sobrepasa los valores nominales máximos de diseño.

**Sistema de monitoreo:** Son los instrumentos analógicos o digitales que incluye el CDC para vigilar los niveles de operación. Asimismo, puede incluir luces o elementos de alarma para indicar valores extremos, tensiones de desconexión para sobrecarga o descarga profunda de las baterías, o valores fuera de los rangos de operación normal.

**Tensión de entrada ( ):** Es la tensión de entrada, expresada en Volts (V), en corriente continua (CC) que debe aplicarse en su entrada para que el dispositivo opere correctamente. Generalmente la tensión de entrada es un rango de valores permitidos comprendidos entre un mínimo y un máximo.

**Tensión de entrada nominal ( ):** Es la tensión de entrada, expresada en Volts (V), para la cual fue diseñado el CDC.  $Nom_{CC} V$

**Tensión de salida ( ):** Es la tensión que los CDC entregan en sus terminales de salida, hacia los consumos y hacia las baterías.  $Out V$

**Tensión de salida nominal ( ):** Es la tensión continua de salida, expresado en Volts (V), en condiciones normales de operación.  $Out_{Nom} V$

**Corriente de entrada ( ):** Es la corriente que ingresa al CDC, expresada en Amperes (A), que proviene de los paneles FV.



**Corriente de salida ( ):** Es la corriente de salida del CDC, expresada en Amperes (A), a tensión nominal con una carga conectada en sus terminales de salida.

#### 2.2.6.3. Subsistema de adaptación de corriente<sup>37</sup>

El convertidor de corriente DC/AC, también llamado inversor u ondulator, es un dispositivo electrónico de potencia encargado de convertir la corriente continua (DC) proveniente de los generadores fotovoltaicos en corriente alterna (AC) para su consumo en la vivienda. Además, sincroniza la frecuencia de la corriente inyectada con la de la red, adaptándola a las condiciones requeridas según el tipo de carga, garantizando así la calidad de la energía vertida en la instalación eléctrica de la vivienda.



Figura N° 20: Inversores para sistemas fotovoltaicos<sup>38</sup>

Los inversores vienen caracterizados principalmente por la tensión de entrada desde las baterías, la potencia máxima que puede proporcionar y su

<sup>37</sup> <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>

<sup>38</sup> <https://www.tiendasolar.mx/productos/inversores-solares.html>

eficiencia o rendimiento de potencia. Este último se define como la relación entre la potencia eléctrica que el inversor entrega para su uso (potencia de salida) y la potencia eléctrica que extrae del sistema de baterías o de los generadores fotovoltaicos (potencia de entrada).

En general, los inversores en las instalaciones fotovoltaicas deben cumplir las siguientes exigencias:

Deberán ofrecer una eficiencia lo más alta posible que minimice las pérdidas. El rendimiento de potencia de los inversores (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), oscila entre el 90 % y el 97 %. El valor del rendimiento depende mucho de la potencia de entrada, que deberá ser lo más cercana, o incluso tratar que sea igual a la nominal de funcionamiento del inversor, dado que si varía mucho entonces el rendimiento del inversor disminuye sensiblemente<sup>39</sup>.

Estar adecuadamente protegidos contra cortocircuitos y sobrecargas.

Disponer de elementos que incorporen el rearme y desconexión automática del inversor.

Poder admitir demandas instantáneas de potencia mayores del 150 % de su potencia máxima o nominal, con objeto de hacer frente a los picos de arranque que originan muchos electrodomésticos, como frigoríficos, lavadoras, etc., que van a demandar mayor potencia que la nominal en el momento de su puesta en marcha o arranque de sus motores.

Ofrecer una baja distorsión armónica y bajo autoconsumo.

---

<sup>39</sup> <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html>

Disponer de aislamiento galvánico.

Disponer de sistema de medida y monitorización.

Incorporar controles manuales que permitan el encendido y apagado general del inversor, y su conexión y desconexión a la interfaz AC de la instalación.

Volviendo a las protecciones que deben incorporar en sus funciones los inversores de corriente, éstas deberán ser las siguientes:

Protección contra sobrecargas y cortocircuitos, que permitirá detectar posibles fallos producidos en los terminales de entrada o salida del inversor.

Protección contra calentamiento excesivo, que permitirá desconectar el inversor si la temperatura del inversor sobrepasa un determinado valor umbral, y mantenerse desconectado hasta que el equipo no alcance una temperatura inferior preestablecida.

Protección de funcionamiento modo isla, que desconectará el inversor en caso que los valores de tensión y frecuencia de red queden fuera de unos valores umbrales que permitan un funcionamiento correcto.

Protección de aislamiento, que detecta posibles fallos de aislamiento en el inversor.

Protección contra inversión de polaridad, que permite proteger el inversor contra posibles cambios en la polaridad desde los paneles fotovoltaicos.

Por último, la envolvente o carcasa que protege el dispositivo inversor ofrecerá un grado de aislamiento de tipo básico clase 1 y un grado de

protección mínima IP20 para aquellos inversores instalados en el interior de edificios y sean lugares inaccesibles, de IP30 para inversores situados en el interior de edificios y lugares accesibles, y con grado de protección mínima de IP65 para inversores instalados a la intemperie.

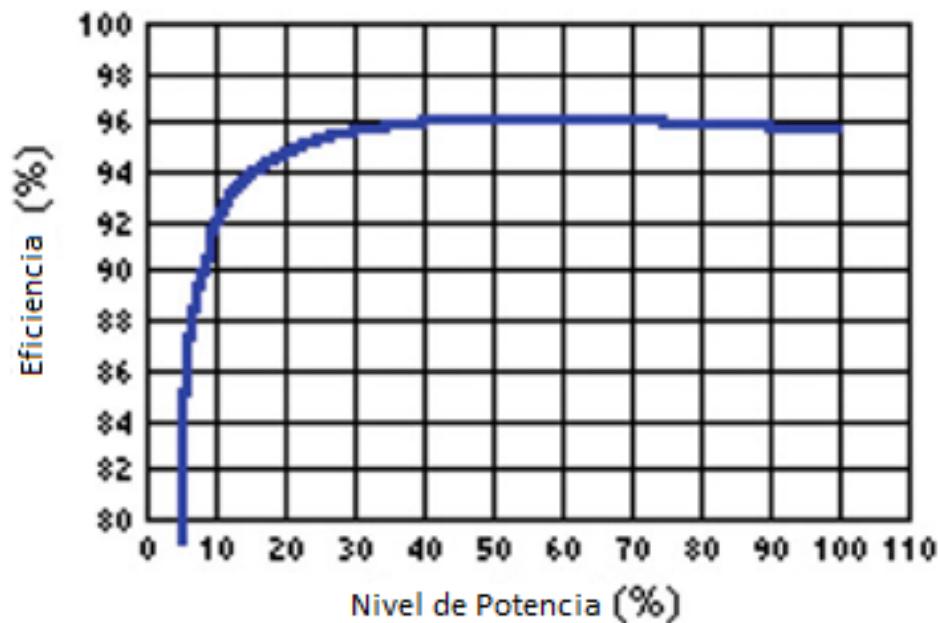


Figura N° 21: Curva típica de eficiencia del inversor<sup>40</sup>

#### 2.2.6.4. Subsistema de acumulación

El sistema de almacenaje y de respaldo de energía es una de las características más importantes de una instalación FV debido a que es necesario utilizar la energía generada a cualquier hora del día. Para ello se utilizan las baterías, construidas a partir de una celda compuesta de placas llamadas Ánodo-Cátodo y un electrolito capaz de recibir, almacenar y entregar energía. De este modo, grupos de celdas

<sup>40</sup> Valdiviezo Salas, Paulo Daniel. «Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a 15 computadoras portátiles en la PUCP.» Lima, 2014.

conectadas eléctricamente en serie y paralelo, protegidas del medio ambiente conforman una batería.

### **Funcionamiento de las baterías.**

El funcionamiento de las baterías se puede describir mediante dos principios: la capacidad en Amperes-hora (Ah) y la profundidad de descarga.

La capacidad en (Ah) es simplemente el número de Amperes que la batería puede descargar, multiplicado por el número de horas en que se entrega dicha corriente. Este parámetro determina cuánto tiempo el sistema puede operar una carga determinada sin que haya necesidad de recarga. En teoría una batería de 200 (Ah) podría entregar 200 A durante una hora, 100 A durante dos horas, 1 A durante 200 horas y así sucesivamente. Sin embargo, este no es el caso ya que algunas baterías, como las automotrices, están diseñadas para grandes descargas en periodos cortos. Si la batería es cargada y descargada a una razón diferente a la especificada, la capacidad en (Ah) puede variar. Generalmente, si la batería es descargada a una razón menor, entonces la capacidad será ligeramente mayor (Velazquez Cespedes 2012).

Otro factor que influye en la capacidad de la batería es la temperatura. A menor temperatura aumenta la capacidad, a mayor temperatura disminuye la capacidad, no obstante, a mayor temperatura se incrementan las pérdidas evaporativas de la batería reduciéndose así el número de ciclos.

Se diseñan para altas descargas iniciales, como puede ser el arranque de un motor, pero continuamente se están cargando y descargando de manera

alternativa. Estas baterías, también llamadas de arranque se diseñan para profundidades de descarga no mayores del 20%. De manera opuesta, las baterías de ciclo profundo se diseñan en función de largos periodos de utilización sin necesidad de recibir recarga, por lo mismo éstas son más robustas y generalmente tienen mayor densidad energética, siendo perfectas para aplicaciones fotovoltaicas. Su profundidad de descarga puede ser hasta del 80 % al 100 % aproximadamente (Velazquez Cespedes 2012). Las baterías más empleadas en aplicaciones fotovoltaicas y en automóviles son las de Plomo-ácido, éstas tienen la ventaja de ser más económicas que las formadas por otros compuestos. Dependiendo del material con que se mezcle el plomo, resultará la profundidad de descarga de la batería. Así, por ejemplo, si las placas son de una aleación de plomo y antimonio, el antimonio permite que la batería tenga una mayor profundidad de descarga sin que se dañen las placas, esto significa una mayor vida para la batería, y por lo tanto las baterías de Plomo-Antimonio-Ácido son de ciclo profundo. Por otra parte, el calcio aumenta la rigidez del plomo y reduce la auto descarga, sin embargo, la aleación plomo calcio se ve dañada cuando las profundidades de descarga son mayores al 25 %, en consecuencia, las baterías Plomo-Calcio-Ácido son de ciclo ligero.

Como la diferencia entre el costo de las baterías solares y de automóviles es notoria, automáticamente nace la idea de optar por ésta última en un sistema fotovoltaico, ver Figura N° 22. Pero existen diferencias sustanciales, ya que la batería para automóviles fue diseñada para sostener corrientes elevadas por breves instantes (segundos) y el resto del tiempo está siendo cargada o permanece inactiva.



Figura N° 22: Baterías de uso fotovoltaico<sup>41</sup>

En cambio, la batería solar ha sido diseñada para entregar corrientes moderadas, durante largos períodos (horas). Además de poseer una mayor profundidad de descarga.

Otro tipo de batería plomo-ácido es la denominada Gel, en la que el electrolito o ácido se encuentra en estado gelatinoso. Tienen la ventaja de que son completamente selladas y pueden operar en cualquier posición sin regar ácido o gas. Esta hermeticidad unida a una mayor eficiencia a bajas temperaturas (debido al tipo de electrolito) y la nula necesidad de mantención (agregado de agua) la convierten en la solución ideal para instalaciones marinas, de carreteras y de comunicaciones.

La batería de Níquel-Cadmio es otro tipo de batería solar que posee aún mejores características tales como: soportar cargas y descargas excesivas, así como una mayor profundidad de descarga cercana al 100 %, sin daño. Ostenta una mayor eficiencia a baja temperatura, soportando una alta combinación de temperatura y humedad ambiente. Aunque el costo de éstas es muy superior al de las otras baterías (aprox. 6 a 8 veces el de una Plomo-

---

<sup>41</sup> [https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/cuales-son-los-anyos-de-vida-de-cada-bateria-solar\\_1](https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/cuales-son-los-anyos-de-vida-de-cada-bateria-solar_1)

ácido), el costo a largo plazo es mucho menor que una batería Plomo-ácido debido a su larga vida útil y baja mantención. Usualmente se forman grupos de baterías conectadas en serie y paralelo constituyendo bancos de baterías con el objetivo de aumentar la capacidad de energía. Las conexiones en paralelo aumentan la intensidad de corriente y las en serie aumentan la tensión de salida (Velázquez Céspedes 2012).

#### **A. Características Eléctricas de las Baterías**

Las características eléctricas más relevantes de las baterías son las siguientes:

**Carga:** Es el proceso por el cual se convierte la energía eléctrica generada por una fuente externa en energía química almacenada en la batería.

**Descarga:** Es la conversión de la energía química de una batería en la energía eléctrica que se utiliza en un dispositivo de consumo eléctrico.

**Ciclo:** Cuando se refiere a las baterías, un ciclo es el proceso por el cual a partir de cierto nivel de energía almacenada la batería se descarga y posteriormente se carga hasta alcanzar el nivel original de energía.

**Ciclos de vida:** Es la cantidad de ciclos de carga y descarga, bajo condiciones determinadas, que una batería puede soportar antes de disminuir a las condiciones de capacidad que determinan el término de su vida útil.

**Densidad de energía:** Es la energía disponible de una batería por unidad de volumen (  $Wh/lts$  ) o por unidad de peso (  $Wh/kg$  ). El fabricante entrega este valor como característica inicial.



**Densidad de potencia:** Es la potencia disponible de una batería por unidad de volumen (  $W / lts$  ) o de peso (  $W / kg$  ). El fabricante entrega este valor como característica inicial.

**Régimen de descarga:** Valor de corriente que se extrae de la batería. Normalmente se expresa como una fracción de la capacidad nominal de la batería o se referencia la cantidad de horas de duración de la descarga.

**Días de reserva:** Es la cantidad de días que una batería con carga completa puede satisfacer una determinada demanda de energía, a una cierta tasa de descarga.

**Profundidad de descarga:** Son los Amperes-hora (Ah) extraídos desde una batería con carga completa, expresados como el porcentaje de su capacidad nominal a una tasa de descarga específica.

**Descarga profunda:** Se habla de descarga profunda cuando la batería entrega una cantidad de energía de hasta un 80 % de su capacidad nominal, es decir mantiene un 20 % de su capacidad.

**Descarga superficial:** Es cuando la batería entrega una cantidad de energía hasta un 20 % de su capacidad nominal.

**Tasa de descarga:** Es la intensidad, en Amperes, en que la corriente eléctrica es entregada por la batería a una resistencia eléctrica conectada en sus bornes bajo condiciones específicas de operación.

**Capacidad de energía:** Es la energía, expresada en unidades de Amperes hora (  $Ah$  ), que una batería puede entregar a una tasa de descarga especificada a partir de un nivel de carga completa hasta descarga completa. Es usual expresar esta capacidad en cantidad de Amperes-hora

considerando tensiones nominales en la batería, sea de 6, 12, 24, 48 Volts (V) según corresponda.

**Horas de capacidad:** Es el número de horas que una batería puede entregar una corriente constante antes de alcanzar un nivel de descarga específica (80%, 60%) partiendo de carga nominal.

**Sobrecarga:** Es la corriente que se continúa entregando a la batería después que ésta ha alcanzado su plena carga. Esta energía adicional produce daño a las baterías ya que se producen transformaciones electroquímicas que deterioran los componentes internos.

**Capacidad nominal:** Es un dato proporcionado por el fabricante que indica la cantidad de Amperes-hora que puede ser extraído desde la batería con plena carga a una tasa de descarga específica y a temperatura de operación nominal hasta que se alcanza el valor de descarga nominal.

**Pérdidas de capacidad:** Es el proceso por el cual la capacidad disponible de la batería disminuye por efectos de las reacciones químicas internas de sus componentes básicos. Esta pérdida de capacidad puede ser paulatina producto del envejecimiento de los componentes o de forma imprevista producto de una operación inapropiada (descarga completa, falla en mantenimiento o cortocircuito en sus bornes).

**Tensión en circuito abierto:** Diferencia de potencial, expresada en Volt, que aparece en los bornes de una batería cuando se encuentra en circuito abierto, esta tensión o voltaje depende del nivel de carga de la batería siendo mayor en la medida que tiene más carga.

**Tensión nominal:** Es la tensión que aparece en los terminales de la batería en condiciones de plena carga y con intensidad de corriente de descarga.

**Tensión de descarga:** Es la tensión que aparece en los terminales de la batería en condiciones de descarga o cuando se alcance un nivel de descarga determinado. Es recomendable que el fabricante proporcione el valor de la tensión en los bornes de salida en función del porcentaje de carga de la batería.

**Baterías de ciclo profundo:** Son aquellas que se fabrican especialmente para soportar descargas profundas sin sufrir deterioro en su conformación interna.

**Baterías selladas:** Son aquellas que constan de un sistema de protección que impide el derramamiento del electrolito.

#### **2.2.6.5. Cables**

Los sistemas fotovoltaicos, como toda instalación que queda permanente al aire libre, deben estar diseñadas para resistir las duras inclemencias meteorológicas (temperaturas ambientales extremas, radiación solar ultravioleta, humedad, resistencia a los impactos...) que condicionan la calidad de los materiales empleados.

Hasta hace relativamente poco, y debido a la falta de normalización al respecto, se utilizaba para el cableado y conexionado entre los paneles, de éstos con la caja del Controlador de carga, de Controlador al inversor, baterías, etc. muy comunes en cualquier otra instalación eléctrica, pero que para los usos en instalaciones fotovoltaicas ofrecen características limitadas. En efecto, el polietileno reticulado de la cubierta de los cables tipo THW-90, NYY, etc. Son conductores eléctricos convencionales, pero para aplicaciones más exigentes, como el caso de las instalaciones fotovoltaicas.

### 2.2.7. Ecuaciones para el dimensionamiento del sistema voltaico

- **Potencia Eléctrica de Diseño:**

Para el cálculo de la potencia eléctrica de diseño, se toman valores promedios de los datos tomados en campo (Zona de Investigación); donde se utilizan la siguiente ecuación:

$$PG_{FV} = \frac{E_{PROM}}{HSP \times FG} \dots (1)$$

Donde:

$PG_{FV}$  = Potencia del Generador Fotovoltaico Necesaria

$E_{PROM}$  = Energía Promedio Diaria

$HSP$  = Hora Solar Pico

$FG$  = Factor Global de Rendimiento

- **Dimensionamiento de los Paneles Fotovoltaicos**

Para el dimensionamiento de los paneles solares, primero se selecciona el panel solar correspondiente dependiendo de la Potencia Pico y el voltaje de diseño para poder evaluar el número de paneles que se deben usar para nuestra potencia de diseño.

$$N_{mf} = \frac{PG_{FV}}{PP_{ins}} \dots (2)$$

Donde:

$N_{mf}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos Necesarios

$PG_{FV}$  = Potencia del Generador Fotovoltaico Necesaria

$PP_{ins}$  = Potencia Pico del Módulo Seleccionado

Después de hallar el Número de Módulos Fotovoltaicos Necesarios, se evalúan las cantidades de Módulos Fotovoltaicos en serie y paralelo:

$$N_{mf.S} = \frac{V_D}{V_{mf}} \dots (3)$$

Donde:

$N_{mf.S}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos en Serie

$V_D$  = Voltaje de Diseño

$V_{mf}$  = Voltaje del Módulo Fotovoltaico Seleccionado

$$N_{mf.P} = \frac{N_{mf}}{N_{mf.S}} \dots (4)$$

Donde:

$N_{mf.P}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos en Paralelo

$N_{mf}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos Necesarios

$N_{mf.S}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos en Serie

- **Ángulo Óptimo de Inclinación y Distancias de los Módulos:**

Para calcular el ángulo óptimo de inclinación de los paneles fotovoltaicos; se aplica la Norma Técnica de Edificación (NTE EM080 Instalaciones con Energía Solar)

$$\beta_{opt} = 10 + \phi \dots (5)$$

Donde:

$\beta_{opt}$  = Ángulo de Inclinación Óptimo

$\phi$  = Latitud del Lugar de Instalación

Para las distancias entre los módulos fotovoltaicos; se tienen las siguientes fórmulas:

$$h = L \times \text{Sen}\beta \dots (6)$$

Donde:

$h$  = Altura Proyectada sobre la Vertical de Módulo

L = Longitud del Módulo

$\beta$  = Ángulo de Inclinación Óptimo

$$d_{sup-inf} = \frac{h}{\tan(61 - \phi)} \dots (7)$$

Donde:

$d_{sup-inf}$  = Distancia entre la Parte Superior de una Fila e Inferior de la siguiente

h = Altura Proyectada sobre la Vertical de Módulo

$\phi$  = Latitud del Lugar de Instalación

$$d_{min-inf} = d_{sup-inf} + L \cos \beta \dots (8)$$

Donde:

$d_{min-inf}$  = Dist. Min. entre la Parte Inf. de las Filas

$d_{sup-inf}$  = Dist. entre la Parte Sup. de una Fila e Inferior de la siguiente

L = Longitud del Módulo

$\beta$  = Ángulo de Inclinación Óptimo

#### • Dimensionamiento del Controlador de Carga:

Para el Dimensionamiento y Selección del Controlador de Carga; se debe utilizar las siguientes fórmulas:

#### ➤ Máxima Corriente de Entrada:

$$I_{REG.max.in} = 1,25 \times I_{CC.mf} \times N_{mf.P} \dots (9)$$

Donde:

$I_{REG.max.in}$  = Corriente Máxima de Ingreso al Controlador de Corriente

$I_{CC.mf}$  = Corriente de Cortocircuito del Módulo

$N_{mf.P}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos en Paralelo

➤ **Máxima Corriente de Salida:**

$$I_{REG.max.out} = \frac{1,25 (P_{cc} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_D} \dots (10)$$

Donde:

$I_{REG.max.out}$  = Corriente Máx. de Salida del Controlador de Corriente

$P_{CC}$  = Potencia en Corriente Continua

$P_{AC}$  = Potencia en Corriente Alterna

$N_{mf.P}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos en Paralelo

$\eta_{inv}$  = Eficiencia del Inversor

$V_D$  = Voltaje de Diseño

➤ **Voltaje Máximo que debe soportar:**

$$V_{REG.max} = 1.25 \times V_{OC.mf} \times N_{mf.S} \dots (11)$$

Donde:

$V_{REG.max}$  = Voltaje Máx. que debe soportar el Controlador de Corriente

$V_{OC.mf}$  = Voltaje de Circuito Abierto del Módulo Fotovoltaico

$N_{mf.s}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos en Serie

Al seleccionar el Controlador de Carga adecuado que cumpla las características anteriormente mencionadas, se procede a calcular las cantidades necesarias para el diseño:

➤ **Número de Controlador de Carga:**

$$N_{REG} = \frac{I_{REG.max}}{I_{REG.Selec}} \dots (12)$$

Donde:

$N_{REG}$  = Número de Controlador de Carga a Utilizar

$I_{REG.max}$  = Corriente Máxima del Controlador de Carga

$I_{REG.Selec}$  = Corriente del Controlador de Carga Seleccionado

➤ **Número de Ramas de Módulos Fotovoltaicos que deben conectarse a cada Controlador de Carga:**

$$N_{Rmf.REG} = \frac{N_{mf.P}}{N_{REG}} \dots (13)$$

Donde:

$N_{Rmf.REG}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos por Controlador de Carga

$N_{mf.P}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos en Paralelo

$N_{REG}$  = Número de Controlador de Carga a Utilizar

• **Dimensionamiento del Inversor:**

Para el cálculo del dimensionamiento del inversor; se necesita hallar los siguientes datos:

➤ **Potencia de Entrada del Inversor:**

$$P_{IN.inv} = \frac{1.2 \times P_{sim.AC}}{\eta_{inv}} \dots (14)$$

Donde:

$P_{IN.inv}$  = Potencia de Entrada del Inversor

$P_{sim.AC}$  = Potencia Simultanea Alterna

$\eta_{inv}$  = Eficiencia del Inversor

➤ **Número de Inversores:**

$$N_{inv} = \frac{P_{IN.inv}}{P_{inv.select}} \dots (15)$$

Donde:

$N_{inv}$  = Número de Inversores a Usar



$P_{IN.inv}$  = Potencia de Entrada del Inversor

$P_{inv.select}$  = Potencia de Entrada del Inversor

- **Dimensionamiento del Sistema de Almacenamiento:**

- **Capacidad Mínima del Banco de Baterías:**

$$C_{BAT.min} = \frac{N_D \times E_{PROM}}{P_{D.max} \times V_{diseño} \times \eta_{inv} \times \eta_{rb}} \dots (16)$$

Donde:

$C_{BAT.min}$  = Capacidad Mínima del Banco de Baterías

$N_D$  = Número de Días de Autonomía

$E_{PROM}$  = Energía Promedio Diaria

$P_{D.max}$  = Profundidad de Descarga Maxima

$V_D$  = Voltaje de Diseño

$\eta_{inv}$  = Eficiencia del Inversor

$\eta_{reg-bat}$  = Eficiencia entre el Controlador de Carga – Batería

- **Número de Baterías en Serie:**

$$N_{BAT.S} = \frac{V_D}{V_{BAT}} \dots (17)$$

Donde:

$N_{BAT.S}$  = Número de Baterías en Serie

$V_D$  = Voltaje de Diseño

$V_{BAT}$  = Voltaje de la Batería Seleccionada

- **Número de Baterías en Paralelo:**

$$N_{BAT.P} = \frac{C_{BAT.min}}{C_{BAT.Selec}} \dots (18)$$

Donde:

$N_{BAT.P}$  = Número de Baterías en Paralelo

$C_{BAT.min}$  = Capacidad Mínima del Banco de Baterías

$C_{BAT.selec}$  = Capacidad de la Batería Seleccionada

- **Selección de los Conductores Eléctricos:**

- **Cálculo de la Máxima Intensidad:**

- **Para el tramo: “Módulo Fotovoltaico – Controlador”:**

$$I_{MAX.mf-REG} = 1,25 \times I_{CC.mf} \times N_{Rmf.REG} \quad \dots (19)$$

Donde:

$I_{MAX.mf-REG}$  = Máx. Intensidad Modulo FV–Controlador de Carga

$I_{cc.mf}$  = Corriente de Cortocircuito del Módulo Fotovoltaico

$N_{Rmf.REG}$  = Número de Módulos Fotovoltaicos por Controlador de Carga

- **Para el tramo: “Controlador – Batería”:**

$$I_{MAX.REG-BAT} = I_{MAX.mf-REG} \quad \dots (20)$$

Donde:

$I_{MAX.REG-BAT}$  = Máx. Intensidad entre Controlador de Carga - Batería

$I_{MAX.mf-REG}$  = Max. Intensidad Módulo FV – Controlador de Carga

- **Para el tramo: “Controlador – Inversor”:**

$$I_{MAX.REG-inv} = \frac{1,25 \times P_{sim.AC}}{V_D \times \eta_{inv}} \quad \dots (21)$$

Donde:

$I_{MAX.REG-inv}$  = Máx. Intensidad entre Controlador de Carga - Inversor

$P_{sim.AC}$  = Potencia Simultanea Alterna

$V_D$  = Voltaje de Diseño

$\eta_{inv}$  = Eficiencia del Inversor

- **Para el tramo: “Inversor – Tablero General”:**

$$I_{MAX.inv-TG} = \frac{1.25 \times P_{sim.AC} \times \cos\phi}{V_{out.inv}} \quad \dots (22)$$

Donde:

$I_{MAX.inv.TG}$  = Máxima Intensidad entre Inversor – Tablero G.

$P_{sim.AC}$  = Potencia Simultanea Alterna

$V_{out.inv}$  = Voltaje de Salida del Inversor

- **Caída de Tensión:**

$$\Delta V_{TRAMO} = \frac{V_D \times V_{TRAMO}}{100} \quad \dots (23)$$

Donde:

$\Delta V_{TRAMO}$  = Variación Voltaje en el tramo.

$V_D$  = Voltaje de Diseño

$V_{TRAMO}$  = Voltaje Caída de Tensión entre el tramo

- **Selección Mínima del Conductor:**

$$S_{CABLE} = \frac{2 \times L \times I_{MAX}}{56 \times \Delta V} \quad \dots (24)$$

Donde:

$S_{CABLE}$  = Sección Mínima del Cable a proponer

$L$  = Distancia del tramo entre los elementos

$I_{MAX}$  = Intensidad Máxima del tramo a evaluar

$\Delta V$  = Variación Voltaje del tramo a evaluar

- **Dimensionamiento del Sistema de Protección contra Sobreintensidades:**

- **Selección de Fusibles:**

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm} \quad \dots (25)$$

Donde:

$I_b$	=	Intensidad de corriente que recorre la Línea
$I_n$	=	Intensidad Nominal del Fusible Seleccionado
$I_{adm}$	=	Intensidad Máxima Admisible

➤ **Protección de la Salida del Inversor (Interruptor Termomagnético)**

$$I_{MAX\ carga} = \frac{1,20 \times P_{sim.AC}}{V_{out.inv}} \dots (26)$$

Donde:

$I_{MAX.carga}$	=	Intensidad Máxima de la Carga a Instalar
$P_{sim.AC}$	=	Potencia Simultanea Alterna
$V_{out.inv}$	=	Voltaje de Salida del Inversor

## 2.3. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA TERMINOLOGÍA EMPLEADA<sup>42</sup>.

- **Capacidad nominal de batería**

Cantidad de ampere horas que se puede obtener de una batería según las condiciones especificadas de descarga, tales como el voltaje mínimo (cut-off voltaje), temperatura y corriente.

- **Caja de conexión**

Caja, protegida de la intemperie, donde se conectan los cables de los paneles, los protectores contra rayos, sobrecarga, etc. Normalmente ubicada en un lugar accesible, detrás del panel PV.

- **Carga mínima**

Pequeña carga que compensa la auto-descarga de las baterías con el fin de mantener las baterías con carga máxima.

- **Conjunto de paneles**

Grupos de paneles en una instalación PV.

---

<sup>42</sup> (Ixtebe Portabelle 2010)

- **Conexión en paralelo**

Método de interconexión de células o módulos donde los terminales positivos de todos los elementos están conectados entre si y los terminales negativos también. En este caso, se suma las corrientes de los elementos.

- **Conexión en serie**

Método de interconexión de células o módulos donde el terminal positivo de un elemento está conectado al terminal negativo del próximo en la serie. En este caso, se suma los voltajes de los elementos.

- **Celda Solar**

Es el elemento semiconductor más pequeño en un módulo fotovoltaico donde se produce energía eléctrica de la radiación solar incidente. Ciclo vida  
Número de ciclos de carga-descarga tolerada por una batería bajo condiciones normalizadas hasta que el comportamiento no cumple con las especificaciones; por ejemplo, hasta la capacidad disminuye a 80% de su capacidad nominal.

- **Condiciones STC**

Condiciones normalizadas para el ensayo de paneles: Radiación solar de 1 000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de la célula fotovoltaica 25°C, Valor espectral = 1,5 AM. Cabe aclarar que la radiación es casi siempre inferior a 1 000 Watts/m<sup>2</sup>, la temperatura frecuentemente excede los 25°C, mientras el valor espectral puede variar entre 0,7 (a gran altura sobre el nivel del mar) e valores muy grandes (al atardecer).

- **Conjunto de módulos**

Los paneles o módulos PV que generan electricidad en un sistema PV.  
Corriente Alterna Corriente eléctrica con cambio frecuente del sentido de

flujo, típicamente 50 o 60 ciclos por segundo (50 Hz en Argentina). La variación de la corriente es sinusoidal.

- **Radiación solar**

Energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

- **Irradiancia**

Densidad de potencia incidente en una superficie o a energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en  $\text{kW/m}^2$

- **Irradiación**

Energía incidente por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo. Se mide en  $\text{kWh/m}^2$ .

- **Generador fotovoltaico**

Asociación en paralelo de ramas series fotovoltaicas.

- **Rama o serie fotovoltaica**

Subconjunto de módulos conectados en serie o asociaciones serie paralelo con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

- **Potencia nominal del generador**

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

- **Potencia instalada fotovoltaica o potencia nominal**

Suma de potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

- **Célula solar o fotovoltaica**

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

- **Modulo o panel fotovoltaico**

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

- **Arreglo solar**

Conjunto de módulos solares fotovoltaicos conectados eléctricamente e instalados.

- **Caja de conexión**

Caja a donde se llevan los cables para realizar las conexiones.

- **Conductor eléctrico**

Todo material capaz de conducir la corriente eléctrica. Para transportar la energía eléctrica se utilizan “hilos” fabricados generalmente de cobre o aluminio.

- **Consumo eléctrico**

Número de Watts hora (Wh) o Kilowatts hora (kWh) utilizados para que funcione un aparato eléctrico durante un tiempo. Depende de la potencia del aparato y del tiempo que esté funcionando.

- **Constante solar**

Cantidad de energía solar que incide sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup> por segundo, cuando ésta se halla en el tope de la atmósfera a la distancia media sol-tierra. Su valor es aproximadamente 1,36 kW/m<sup>2</sup>.

- **Corriente continúa**

La corriente continua (CC o DC, en inglés) se genera a partir de un flujo continuo de electrones (cargas negativas) siempre en el mismo sentido, el cual va desde el polo negativo de la fuente al polo positivo. Al desplazarse

en este sentido los electrones, los huecos o ausencias de electrones (cargas positivas) lo hacen en sentido contrario, es decir, desde el polo positivo al negativo.

- **Corriente de corto circuito**

Corriente que se mide en condiciones de corto circuito en los terminales de un módulo.

- **Corriente de máxima potencia**

Corriente correspondiente al punto de máxima potencia.

- **Cortocircuito**

Conexión accidental de dos conductores de distinta fase, o de éstos con el neutro.

- **Curva I-V**

Característica Intensidad vs. Voltaje tomada bajo condiciones determinadas de radiación. Es la información esencial para caracterizar a los módulos fotovoltaicos.

- **Diodo de bloque**

Dispositivo conectado en serie entre el módulo y la batería para prevenir el flujo de electricidad de la batería hacia los módulos.

- **Diodo de bypass**

Dispositivo conectado en paralelo a los módulos para desviar el flujo a través suyo cuando sobre el módulo hay sombras o falla alguna celda.

- **Eficiencia de la celda**

Relación entre la potencia que entrega una celda solar (expuesta a pleno sol) a la potencia solar incidente sobre ella.



- **Horas de sol pico**

Número equivalente de horas a  $1 \text{ kWh/m}^2$  de radiación solar que produce la misma cantidad de energía solar que bajo las condiciones reales de insolación.

- **Instalación eléctrica**

Conjunto de aparatos y de circuitos asociados, en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

- **Intensidad eléctrica**

Magnitud eléctrica definida como la cantidad de electricidad que pasa a través de la sección de un cable conductor en un segundo. Se mide en Amperios (A)

- **Interruptor**

Aparato utilizado para conectar o desconectar parte de una instalación.

- **Módulo o módulo solar fotovoltaico**

Conjunto de celdas solares interconectadas dentro de una unidad sellada.

- **NOCT (Nominal Operation Cell Temperature)**

Es la temperatura que alcanza la celda cuando ésta se expone a  $800 \text{ W/m}^2$  de radiación en un ambiente con aire a  $20^\circ\text{C}$  de temperatura y circulando a una velocidad de  $1 \text{ m/s}$ , cuando la celda está en circuito abierto.

- **Potencia eléctrica**

Capacidad de los aparatos eléctricos para producir trabajo (la cantidad de trabajo realizado en la unidad de tiempo). La unidad de medida es el Watt (W), el kilowatt (kW) o el megawatt (MW).

- **Punto de máxima potencia**

Punto de la curva I-V en donde el producto  $I * V$  (potencia) tiene su valor máximo.

- **Tensión eléctrica**

Diferencia de potencial eléctrico que tiene que existir entre los bornes de conexión o entre dos partes activas de una instalación, para que la corriente eléctrica circule por dicha instalación. La unidad de medida es el Voltio (V)

- **Voltaje de circuito abierto**

Voltaje que se mide en los terminales sin carga de un sistema fotovoltaico.

- **Voltaje de máxima potencia**

Voltaje correspondiente al punto de máxima potencia.

- **Watt pico**

Unidad de medida de un módulo solar fotovoltaico, que significa la cantidad de potencia máxima que puede generar el módulo a condiciones estándar de funcionamiento (1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C y 1,5 de masa de aire).

- **Silicio amorfo**

Color negro, o marrón oscuro uniforme. Bajo costo, pero con menor eficiencia (entre 5-7%, independiente de la temperatura)

- **Silicio monocristalina**

Color azul oscuro, levemente translucido. Alto costo, pero con mayor eficiencia (supera 13%) con valores menores cuando la temperatura supera 25 °C.

- **Silicio Policristalino**

Color normalmente azul oscuro veteado, levemente translucido: también disponible en marrón o gris veteado, etc. Precio menor que monocristalino

con menor eficiencia (11%) con valores menores cuando la temperatura supera 25 °C

# **CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### 3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para este trabajo de suficiencia; se ha considerado lo siguiente:

**El tipo de investigación Aplicada<sup>43</sup>:** En este tipo de investigación el énfasis del estudio está en la resolución práctica de problemas. Se centra específicamente en cómo se pueden llevar a la práctica las teorías generales. Su motivación va hacia la resolución de los problemas que se plantean en un momento dado.

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el desarrollo del presente trabajo de suficiencia se tomará como población las 16 viviendas de uso doméstico y 01 cargas de uso general: 01 centro educativo nivel primario; con un total de 17 lotes

### 3.3. HIPÓTESIS

Utilizando la energía fotovoltaica se logrará electrificar el caserío El Limonar, Distrito de Jayanca, Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque”.

### 3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

X: Variable independiente: ENERGÍA SOLAR

Y: Variable dependiente: ELECTRIFICACIÓN RURAL DOMICILIARIA

---

<sup>43</sup> <https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/>

Tabla N° 3: Operacionalización de variables<sup>44</sup>

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES
<b>Variable dependiente</b>  Electrificación  Rural  Domiciliaria	Proveer de electricidad un lugar y/o conjunto de lugares aislados <sup>45</sup> .  Hacer que algo funciones con electricidad.	Dimensionar el sistema fotovoltaico  Metrado y presupuesto	Potencia de paneles solares (Wp), Capacidad de las baterías (Ah.), Controladores, Inversores, equipos de protección, conductores eléctricos.  Metrado y presupuesto.
<b>Variable Independiente</b>  Energía Solar	La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado célula fotovoltaica <sup>46</sup> .	Determinar la radiación solar promedio.	Radiación solar (Kw.h/m <sup>2</sup> )

<sup>44</sup> Elaboración Propia

<sup>45</sup> [https://www.google.com.pe/search?safe=active&ei=zzhwW66QCoSHggfE3JrYBw&q=que+significa+electrificar&oq=que+significa+electrificar&gs\\_l=psy-ab.3...2869.7579.0.7849.0.0.0.0.0.0.0.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.0.0....0.HsVefX-aZGw](https://www.google.com.pe/search?safe=active&ei=zzhwW66QCoSHggfE3JrYBw&q=que+significa+electrificar&oq=que+significa+electrificar&gs_l=psy-ab.3...2869.7579.0.7849.0.0.0.0.0.0.0.0....0...1c.1.64.psy-ab..0.0.0....0.HsVefX-aZGw)

<sup>46</sup> [https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_solar\\_fotovoltaica](https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar_fotovoltaica)

### 3.5. MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

En el presente trabajo de suficiencia utilizamos el método deductivo a partir de las teorías, leyes y normas emitidas por el Ministerio de Energía y Minas las aplicamos para calcular, seleccionar los equipos. Las técnicas principales empleadas fueron las siguientes:

- **Observación directa<sup>47</sup>**

“Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos” (WILSON 2000).

Es directa cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar. Es indirecta cuando el investigador entra en conocimiento del hecho o fenómeno observando a través de las observaciones realizadas anteriormente por otra persona. Tal ocurre cuando nos valemos de libros, revistas, informes, grabaciones, fotografías, etc., relacionadas con lo que estamos investigando, los cuales han sido conseguidos o elaborados por personas que observaron antes lo mismo que nosotros. (WILSON 2000).

“La observación participante es cuando para obtener los datos el investigador se incluye en el grupo, hecho o fenómeno observado, para conseguir la información desde adentro. Observación no participante es aquella que recoge la información desde afuera, sin intervenir para nada en

---

<sup>47</sup> <https://tecnicasdelectoescritura.jimdo.com/t%C3%A9cnicas-de-investigaci%C3%B3n/>

el grupo social, hecho o fenómeno investigado. Obviamente, La gran mayoría de las observaciones son no participantes” (WILSON 2000).

**“Ventajas de la observación:** permite registrar hechos reales. Es la única técnica que hace posible el acopio de situaciones que no se pueden reproducir” (MENDOZA 2008)

**“La observación participante”:** permite adentrarse en las tareas cotidianas que los individuos desarrollan. Conocer más acerca de las expectativas de la gente, el investigador se desenvuelve con naturalidad dentro del grupo, es decir, se integra de lleno a las actividades que realizan sus componentes” (MORAN 2008)

- **La Entrevista<sup>48</sup>**

“Es un interrogatorio dirigido por un investigador (entrevistador), con el propósito de obtener información de un sujeto (entrevistado), en relación con uno o varios temas o aspecto específicos”. (MENDOZA 2008)

Según la naturaleza de las preguntas y el control que ejerza el entrevistador, puede ser: entrevista dirigida el entrevistador plantea una serie de preguntas que requieren respuestas breves. Estas preguntas se elaboran previamente y es común que el entrevistador registre las respuestas por escrito, junto a cada una de las cuestiones”. (MENDOZA 2008)

**La entrevista semidirigida;** incluye preguntas de carácter más amplio que las usadas en las de tipo dirigido, con lo cual se espera recabar más datos y obtener mayor participación del entrevistado”. (MENDOZA 2008)

En la **entrevista abierta;** de hecho se plantean sólo algunos temas o aspectos a acerca de los cuales el sujeto puede dar amplia información, de

---

<sup>48</sup> <https://tecnicasdelectoescritura.jimdo.com/t%C3%A9cnicas-de-investigaci%C3%B3n/>



modo que éste habla la mayor parte de la sesión, en tanto que el entrevistador se limita a hacer alguna observación o a plantear otro aspecto”. (Mendoza 2008).

- **Análisis documental**

Este instrumento de medición se utilizó para registrar la información de diferentes bibliografías sobre sistemas de generación eléctrica fotovoltaica.

### 3.6. DESCRIPCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS UTILIZADOS

De acuerdo a las técnicas utilizadas en la siguiente tabla, se muestra el instrumento

Tabla N° 4: Técnicas e instrumentos utilizados<sup>49</sup>

<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>OBSERVACION</b>	Observación Directa
<b>ENTREVISTA</b>	Encuestas dirigidas a la Población
<b>ANÁLISIS DE DOCUMENTOS</b>	Bibliografías y Lincografías

### 3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

En este ítem de las visitas realizadas se procesan los datos utilizando hojas de cálculo en Excel. Los datos de radiación solar se obtienen de dos fuentes los cuales nos dan valores promedios de radiación solar. Para el dimensionamiento se considera el mes más crítico que es el mes de menor radiación solar, se seleccionan los equipos y las conexiones entre ellos; en base a las normas DGER. Luego elaboramos los planos en AutoCAD 2014.

---

<sup>49</sup> ELABORACION PROPIA

# **CAPITULO IV: PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**

#### 4.1. PROPUESTA DE LA INVESTIGACIÓN

Lo que se propone para suministrar energía eléctrica al caserío El Limonar es que utilizando la energía solar diseñar un sistema fotovoltaico domiciliario que transformará la energía solar en energía eléctrica aprovechable para cada vivienda del caserío y la Institución Educativa.

#### 4.2. EQUIPAMIENTO DE LA PROPUESTA

El sistema fotovoltaico estará conformado por:

Tabla N° 5: Equipamiento del Sistema Fotovoltaico<sup>50</sup>

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT
<b>1</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>		
<b>1.01</b>	<b>Paneles Solares</b>		
1.01.1	Panel Solar de 270 Wp marca "ERA SOLAR" de 24 V.	und	16.00
1.01.2	Panel Solar de 320 Wp marca "ERA SOLAR" de 24 V.	und	3.00
<b>1.02</b>	<b>Estructura de Soporte</b>		
1.02.1	Estructura de Soporte para Paneles Montados en Piso a 16°	und	17.00
<b>1.03</b>	<b>Controladores de Carga</b>		
1.03.1	Controlador de Carga de 20A marca "Must Solar" Tipo PWM	und	16.00
1.03.2	Controlador de Carga de 60A marca "Must Solar" Tipo PWM	und	1.00
<b>1.04</b>	<b>Inversores Solares</b>		
1.04.1	Inversor Solar de 500 VA marca "MultiPlus" de 24 V	und	16.00
1.04.2	Inversor Solar de 1600 VA marca "MultiPlus" de 24 V	und	1.00
<b>1.05</b>	<b>Baterías Solares</b>		
1.05.1	Batería de 172 Ah. marca "UltraCell" de 12 V Tipo AGM	und	38.00
<b>2</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA ELECTRICO Y PROTECCION</b>		
<b>2.01</b>	<b>Conductores Eléctricos</b>		
2.01.1	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 1.5 mm <sup>2</sup>	m	51.00
2.01.2	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 6 mm <sup>2</sup>	m	176.00
2.01.3	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 10 mm <sup>2</sup>	m	48.00
2.01.4	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 16 mm <sup>2</sup>	m	11.00

<sup>50</sup> Elaboración Propia

2.01.5	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 35 mm2	m	3.00
<b>2.02</b>	<b>Fusibles Cilíndricos</b>		
2.02.1	Fusible Cilíndrico de 20A marca "DF Electric" Tipo 492235	und	32.00
2.02.2	Fusible Cilíndrico de 25A marca "DF Electric" Tipo 492240	und	16.00
2.02.3	Fusible Cilíndrico de 50A marca "DF Electric" Tipo 373230	und	2.00
2.02.4	Fusible Cilíndrico de 80A marca "DF Electric" Tipo 373240	und	1.00
<b>2.03</b>	<b>Portafusibles</b>		
2.03.1	Portafusible Monopolar marca "DF Electric" Tipo 485701	und	51.00
<b>2.04</b>	<b>Interruptores Termomagnéticos</b>		
2.04.1	Interruptor Termomagnético de 6A Bipolar marca ABB	und	17.00

# **CAPITULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

De las visitas al caserío El Limonar se determinó que se tiene 16 viviendas de uso doméstico y 01 cargas de uso general: 01 Centro Educativo nivel primario; con un total de 17 lotes. De los cuales se presentan 02 casos que a continuación presentamos:

## 5.1. CASO I: PARA VIVIENDAS DOMICILIARIAS:

### 5.1.1. Consumo De Energía Promedio Diaria (kWh/día):

Para evaluar el Consumo de Energía Eléctrica Diaria se realizó una encuesta a todas las viviendas del caserío “EL LIMONAR”; donde los resultados son:

Tabla N° 6: Cuadro de Uso de Equipos Electrodomésticos<sup>51</sup>

LOTES	USO DE EQUIPOS ELECTRODOMESTICOS (HORAS DIARIAS)					
	LAMPARA	TV	MINICOMP.	CELULAR	FRIGOBAR	VENTILADOR
LOTE 01	3.0	2.0	1.0	1.0	4.0	2.0
LOTE 02	4.0	3.0	1.0	1.0	3.0	1.0
LOTE 03	4.0	2.0	2.0	1.0	3.0	3.0
LOTE 04	3.0	3.0	1.0	1.0	2.0	2.0
LOTE 05	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	2.0
LOTE 06	3.0	1.0	3.0	1.0	4.0	2.0
LOTE 08	3.0	3.0	2.0	2.0	3.0	2.0
LOTE 09	4.0	2.0	1.0	1.0	3.0	0.0
LOTE 10	4.0	3.0	2.0	2.0	4.0	3.0
LOTE 11	3.0	2.0	1.0	1.0	3.0	0.0
LOTE 12	3.0	3.0	2.0	2.0	0.0	0.0
LOTE 13	4.0	3.0	2.0	2.0	3.0	1.0
LOTE 14	4.0	3.0	2.0	1.0	0.0	0.0
LOTE 15	3.0	3.0	2.0	2.0	0.0	0.0
LOTE 16	4.0	2.0	2.0	1.0	4.0	0.0
LOTE 17	5.0	2.0	3.0	2.0	5.0	3.0
<b>PROMEDIOS</b>	<b>4.0</b>	<b>3.0</b>	<b>2.0</b>	<b>2.0</b>	<b>3.0</b>	<b>2.0</b>

De los cuales se tomó el valor promedio para evaluar el consumo de energía eléctrica para cada vivienda.

<sup>51</sup> ELABORACION PROPIA

Tabla N° 7: Consumo de Energía Promedio Diaria por Vivienda<sup>52</sup>

ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA (W)	TIPO CORRIENTE	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (Watts)	HORAS DIARIAS (CONSUMO)	ENERGIA DIARIA (W.h/dia)
01	Lamparas	10.0	AC	4.0	40.0	4.0	160.0
02	TV 24"	60.0	AC	1.0	60.0	3.0	180.0
03	Cargador de Celular	10.0	AC	1.0	10.0	2.0	20.0
04	DVD	20.0	AC	1.0	20.0	3.0	60.0
05	Frigobar	80.0	AC	1.0	80.0	3.0	240.0
06	Ventilador	50.0	AC	1.0	50.0	2.0	100.0
07	Minicomponente	70.0	AC	1.0	70.0	2.0	140.0
<b>SUBTOTAL</b>					<b>0.33 kW</b>		<b>0.9 kW.h/dia</b>
<b>ENERGIA CONSUMIDA PROMEDIO TOTAL DIARIA (+20%)</b>							<b>1.08 kW.h/dia</b>
<b>NUMERO DE DIAS AL MES</b>							<b>30.0</b>
<b>ENERGIA CONSUMIDA TOTAL MENSUAL</b>							<b>32.4 kWh</b>

De los cuales se tomaron los datos para evaluar el consumo de energía eléctrica para cada vivienda.

#### 5.1.2. Radiación Solar En El Caserío El Limonar:

Se ha consultado dos fuentes: El atlas solar del Perú y el uso del software Solarius PV, cuyos datos se detallan a continuación:

- **Radiación Solar de Lambayeque usando el Atlas Solar<sup>53</sup>:**

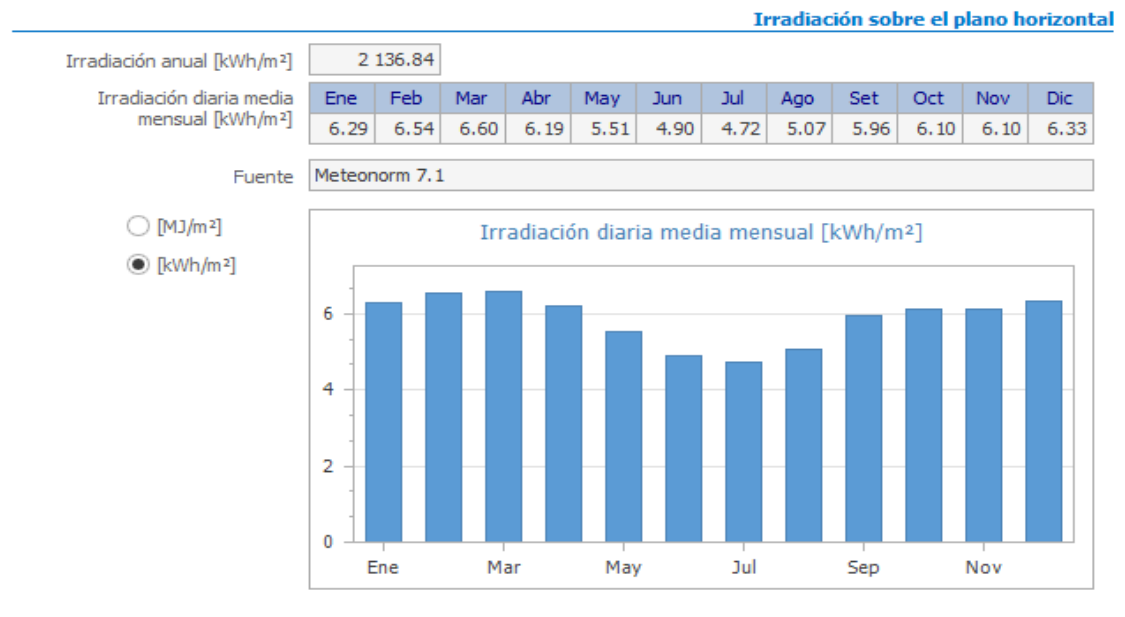
Del cual podemos obtener la radiación solar máxima y mínima, para el departamento de Lambayeque, observamos que la radiación solar más desfavorable se presenta en el mes de MAYO; el cual varía entre 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/día y 5.5 kWh/m<sup>2</sup>/día por lo que se considerará el valor promedio de 5,0 kWh/m<sup>2</sup>/día.

<sup>52</sup> ELABORACION PROPIA

<sup>53</sup> (SENAMHI 2003) Atlas de Energía Solar del Perú

- **Software Solarius PV**
- Haciendo uso del software Solarius PV en la Tabla N° 7 se muestran los resultados. De donde se obtiene que el valor de la radiación solar más baja es de 4.72 kWh/m2/día

Tabla N° 8: Radiación solar en el departamento de Lambayeque<sup>54</sup>



Comparando los resultados obtenidos de las dos fuentes tal como se muestra en la siguiente para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico la radiación solar es de: 4,72 kWh/m2/día

### 5.1.3. Dimensionamiento Del Sistema Fotovoltáico

#### ➤ **Calculo de la Potencia Eléctrica de Diseño:**

De la “**TABLA N° 7**” tenemos el consumo de energía eléctrica promedio de cada vivienda:

$$E_{PROM.Viv} = 1,08 \text{ kW.h/dia}$$

<sup>54</sup> FUENTE SOLARIUS PV



Del “**ITEM 5.1.2**” obtenemos la Irradiación Promedio Anual que consideraremos para los cálculos del sistema

$$\text{Irradiación} = 4.72 \text{ kW.h/día}$$

$$\text{HSP} = 4.72 \text{ h}$$

Ahora para determinar la energía de entrada para el sistema fotovoltaico, hay que considerar las pérdidas ocasionadas por el inversor, Controlador de Carga, batería de acumuladores, pérdidas de potencia por efecto Joule en los conductores, etc. Para facilitar el cálculo de la potencia del generador; estas pérdidas se agrupan en un coeficiente que recoge el rendimiento energético de la instalación; para el caso de sistemas de Controlador de Carga, baterías de acumuladores e inversores se utiliza la siguiente formula:

$$FG = (1 - k_b - k_c - k_v) * (1 - \frac{k_a * D_a}{P_d})$$

Donde:

$$k_b = \text{Coef. de Pérdidas debidas al rendimiento del acumulador} = 0,05$$

$$k_c = \text{Coef. de pérdidas en el inversor} = 0,005$$

$$k_v = \text{Coef. de pérdidas varias (Trasmision, Efecto Joule, etc)} = 0,05$$

$$k_a = \text{Coef. de autodescarga diaria de las baterías} = 0,005$$

$$D_a = \text{Días de autonomía de la instalación} = 2,0$$

$$P_d = \text{Profundidad de descarga de la batería} = 70\%$$

Por lo tanto; reemplazando los valores se tiene que:

$$FG = (1 - 0,05 - 0,005 - 0,05) * (1 - \frac{0,005 * 2,0}{0,70})$$

$$FG = 0,88$$

Entonces hallamos la Potencia del Sistema con la ecuación 01:

$$PG_{FV.viv} = \frac{1,08 \text{ kW} \cdot h}{4,72 \text{ h} \times 0,88} = 0,259 \text{ kW}$$

➤ **Cálculo del Dimensionamiento de los Paneles Fotovoltaicos:**

• **Selección de los Paneles Solares:**

Para seleccionar el panel solar FV se tiene una tabla de datos para la elección del panel solar; considerando la Potencia Total Generada vs Costos:

Tabla N° 9: Análisis de Potencia Generada Vs Costos.<sup>55</sup>

MARCA	TIPO	POTENCIA (Wp)	TENSION DEL MODULO	COSTO UNITARIO	TOTAL MODULOS	POTENCIA DEL GENERADOR	COSTO	TOTAL
ERA SOLAR	Policristalino	320	24	783.97	1.0	0.32	S/.	783.97
ERA SOLAR	Policristalino	270	24	661.48	1.0	0.27	S/.	661.48
JINKO	Policristalino	270	24	745.69	1.0	0.27	S/.	745.69
JINKO	Policristalino	325	24	848.43	1.0	0.33	S/.	848.43
AMERISOLAR	Policristalino	270	24	862.06	1.0	0.27	S/.	862.06

De la tabla seleccionamos el Panel Fotovoltaico de **270 Wp** de marca “**ERA SOLAR**” con una Tensión de Funcionamiento del Módulo de 24 V.

Tabla N° 10: Especificaciones Técnicas de los módulos fotovoltaicos<sup>56</sup>

ESPMC TYPE	250	255	260	265	270
Power Class	250W	255W	260W	265W	270W
Max. Power Voltage (Vmpp) at STC**	30.9V	31.15V	31.35V	31.6V	31.8V
Max. Power Current (Impp) at STC	8.1A	8.19A	8.3A	8.4A	8.5A
Open Circuit Voltage (Voc) at STC	36.6V	36.8V	37V	37.2V	37.4V
Short Circuit Current (Isc) at STC	8.75A	8.81A	8.92A	9.03A	9.14A
Module Efficiency	15.30%	15.60%	16.00%	16.20%	16.50%

<sup>55</sup> ELABORACION PROPIA

<sup>56</sup> FUENTE: CATALOGO AUTOSOLAR

- **Numero de Paneles Solares:**

Para calcular el número de paneles solares fotovoltaicos; se utilizará la Ecuación 02:

$$N_{mf.viv} = \frac{259,0}{270,0} = 0,96 \approx 1,0$$

***Se usará 01 panel fotovoltaico de 270 Wp de la marca ERA SOLAR para cada vivienda***

Se calcula el número de paneles solares fotovoltaicos en serie y paralelo para este diseño; donde el **VOLTAJE DE DISEÑO** será de 24 V:

- **Número de Paneles Fotovoltaicos en Serie (Ecuación 03)**

$$N_{s.viv} = \frac{24,0}{24,0} = 1,0$$

- **Número de Paneles Fotovoltaicos en Paralelo (Ecuación 04)**

$$N_{P.Viv} = \frac{1,0}{1,0} = 1,0$$

- **Parámetros Eléctricos Totales de Diseño:**

De los datos anteriormente calculados; podemos tener los Parámetros Eléctricos Totales:

Tabla N° 11: Parámetros Eléctricos Totales para Viviendas<sup>57</sup>

Voltaje Nominal de Salida del Sistema	V	24
Potencia Total Generada	kWp	0.270
Voltaje Total a Maxima Potencia del Sistema	V	31.80
Corriente Total a Maxima Potencia del Sistema	A	8.50
Voltaje Total en Circuito Abierto del Sistema	V	37.40
Corriente Total en Cortocircuito del Sistema	A	9.14

<sup>57</sup> ELABORACION PROPIA

➤ **Cálculo del Ángulo Óptimo de Inclinación y Distancias de los Módulos:**

- **Ángulo Óptimo de Inclinación de los Paneles Fotovoltaicos:**

Para calcular el ángulo óptimo de inclinación de los paneles fotovoltaicos; dado a que ambos casos se encuentran situados en una misma zona; se aplicara la ecuación 05:

$$\beta_{opt} = 10 + I\phi I$$

$$\beta_{opt} = 10 + l - 6l = 16$$

Por temas de pérdidas por suciedad y otros, el ángulo mínimo a considerar debe ser mayor o igual a 15°; por lo tanto, se consideran los **16°**

- **Distancia Mínima entre Filas de Módulos Fotovoltaicos:**

Para el cálculo de la Distancia Mínima entre filas de módulos fotovoltaicos; se aplica la ecuación 06:

$$h_{viv} = L_{viv} \times \text{Sen}\beta$$

$$h_{viv} = 1,640 \times \text{Sen}(16) = 0,452 \text{ m}$$

- **Distancia Mínima entre la parte superior de una fila y la parte inferior de la siguiente:**

Para el cálculo de la Distancia Mínima entre filas de módulos fotovoltaicos; se aplica la ecuación 07:

$$d_{sup-inf.viv} = \frac{h_{viv}}{\text{Tan}(61 - \phi)}$$

$$d_{sup-inf.viv} = \frac{0,452}{\text{Tan}(61 - (-6))} = 0,192 \text{ m}$$

- **Distancia Mínima entre las Partes Inferiores de los Módulos:**

Para el cálculo de la Distancia Mínima entre filas de módulos fotovoltaicos; se aplica la ecuación 08:

$$d_{min-inf.Viv} = d_{sup-inf.Viv} \times L_{Viv} \cos \beta$$

$$d_{min-inf} = 0,192 + (1,640 \times \cos(16)) = 1,768 \text{ m}$$

➤ **Cálculo del Dimensionamiento del Controlador de Carga:**

- **Cálculo de la Máxima Corriente que debe Soportar:**

Para el cálculo de la máxima corriente que debe soportar el Controlador de Carga; se utilizará las ecuaciones 09 y 10:

- **Cálculo de la Máxima Corriente de Entrada:**

$$I_{REG.max.in.Viv} = 1,25 \times I_{CC.panel.Viv} \times N_{P.Viv}$$

$$I_{REG.max.in.Viv} = 1,25 \times 9,14 \times 1,0 = 11,43 \text{ A}$$

- **Cálculo de la Máxima Corriente de Salida:**

$$I_{REG.max.out} = \frac{1,25 (P_{cc} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_D}$$

$$I_{REG.max.out.IE} = \frac{1,25 (0,0 + \frac{330,0}{0,95})}{24,0} = 18,09 \text{ A}$$

- **Calculo del Voltaje Máximo que debe soportar:**

Para el cálculo de la máxima corriente que debe soportar el Controlador de Carga; se utilizará la ecuación 11:

$$V_{REG.max.Viv} = 1,25 \times V_{OC.panel.Viv} \times N_{S.Viv}$$

$$V_{REG.max.Viv} = 1,25 \times 37,40 \times 1,0 = 46,75 \text{ V}$$

- **Selección del Controlador de Carga:**

Se selecciona el Controlador de Carga para cada vivienda de la siguiente tabla:

Tabla N° 12: Tabla de Datos del Controlador de Carga<sup>58</sup>

MARCA	TIPO	CODIGO	INTENSIDAD (A)	MAXIMA TENSION MODULO	COSTO UNITARIO	TOTAL REGULADORES	CAPACIDAD TOTAL	COSTO TOTAL
Must Solar	PWM	PC1500B	20	50.0	142.59	1.0	20.0	S/. 142.59
Must Solar	PWM	LCD	30	50.0	187.62	1.0	30.0	S/. 187.62
Victron	PWM	Ligth	20	50.0	198.91	1.0	20.0	S/. 198.91
ATERSA	PWM	minoV2	30	50.0	270.42	1.0	30.0	S/. 270.42
Victron	PWM	PRO	20	50.0	354	1.0	20.0	S/. 354.00

Tabla N° 13: Especificaciones Técnicas del Controlador de Carga<sup>59</sup>

MODELO		PC 1500B-10-20		PC1500-30-40		PC1500B 50-60	
ENTRADA	Voltaje FV	≤ 50 V					
	Intansidad Nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A
SALIDA	Voltaje de Sistema	12/24V Auto					
	Intensidad de descarga nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A
	Modo de Carga	PWM-4 etapas carga, absorción, flotación, ecualización					

- **Cálculo del Número de Controladores de Corrientes:**

Para el cálculo del número de Controladores de Corrientes se utilizará la ecuación 12:

$$N_{REG.Viv} = \frac{I_{REG.max.Viv}}{I_{REG.Selec.Viv}}$$

$$N_{REG.Viv} = \frac{18,09}{20,0} = 0,91 \approx 1,0$$

***Se usara 01 Controlador de Corriente marca MUST SOLAR tipo PWM, Modelo PC1500B – 20 con una Tensión Max 50V***

<sup>58</sup> ELABORACION PROPIA

<sup>59</sup> <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-mppt-lcd-30a-1224v-must-solar>

- **Cálculo del Número de Ramas de Módulos Fotovoltaicos que deben conectarse a cada Controlador de Carga:**

Para el cálculo del número de ramas de módulos fotovoltaicos que deben conectarse a cada Controlador de Carga se utilizará la ecuación 13:

$$N_{RP.REG.Viv} = \frac{N_{P.Viv}}{N_{REG.Viv}}$$

$$N_{RP.REG.Viv} = \frac{1,0}{1,0} = 1,0$$

➤ **Cálculo del Dimensionamiento del Inversor:**

- **Cálculo de la Potencia de Entrada del Inversor:**

Para el cálculo de la potencia de entrada del inversor; se tomara la potencia instalada de la Tabla N° 07 y se empleará la ecuación 14:

$$P_{IN.inv.Viv} = \frac{1.2 \times P_{sim.AC.Viv}}{\eta_{INV.Viv}}$$

$$P_{IN.inv.Viv} = \frac{1.2 \times 0.330}{0.95} = 0,417 \text{ kW}$$

- **Selección del Inversor a Utilizar**

Para la selección del inversor se verificaron las especificaciones técnicas de cada Controlador de Carga a utilizar.

Tabla N° 14: Cuadro de Selección de Inversor<sup>60</sup>

MARCA	POTENCIA (VA)	COSTO UNITARIO	TOTAL REGULADORES	POTENCIA TOTAL (kW)	COSTO TOTAL
MultiPlus	250 VA	435.37	2.0	0.45	S/. 870.74
MultiPlus	375 VA	558.6	2.0	0.68	S/. 1,117.20
MultiPlus	500 VA	813.24	1.0	0.45	S/. 813.24

<sup>60</sup> ELABORACION PROPIA

Tabla N° 15: Especificaciones Técnicas del Inversor para Viviendas<sup>61</sup>

INVERSORES PHOENIX	12 Voltios	12/250	12/375	12/500	12/800	12/1200
	24 Voltios	24/250	24/375	24/500	24/800	24/1200
	48 Voltios	48/250	48/375	48/500	48/800	48/1200
Potencia cont. A 25°C (i)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. A 25°C/40°C		200/175W	300/260W	400/350W	650/560W	1000/850W
Pico de Potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión/frecuencia CA de salida (ajustable)		230VCA o 120VCA +/-3% 50Hz o 60Hz +/-0.1%				
Eficacia max.		87/88/89%	89/89/90%	90/90/91%	90/90/91%	91/91/92%

- **Cálculo del Número de Inversores:**

Para el cálculo del número de inversores; se utilizará la ecuación 15

$$N_{inv.Viv} = \frac{P_{IN.inv.Viv}}{P_{inv.SELECT.Viv}}$$

$$N_{inv.Viv} = \frac{0,417}{(500 \times 0,9/1000)} = 0,93 \approx 1,0$$

**Se usara 01 Inversor de Corriente marca VICTRON ENERGY  
Modelo Phoenix 24 I 500**

➤ **Cálculo del Dimensionamiento del Sistema de Almacenamiento:**

- **Cálculo de la Capacidad Mínima del Banco de Baterías:**

Para el cálculo de la capacidad mínima del banco de baterías; se utilizará la ecuación 16:

$$C_{BAT.min.Viv} = \frac{N_D \times E_{PROM.Viv}}{P_{D.max} \times V_T \times \eta_{inv.Viv} \times \eta_{rb.Viv}}$$

$$C_{BAT.min.Viv} = \frac{2,0 \times 1,080}{0,7 \times 24,0 \times 0,95 \times 0,8} = 169,17 \text{ A.h}$$

- **Selección de Batería a usar:**

Se seleccionaron las baterías de almacenamiento analizando Costo vs Capacidad de la siguiente tabla:

<sup>61</sup> <https://autosolar.pe/inversores-24v/inversor-victron-phoenix-24v-375va>



Tabla N° 16: Selección de Batería para Diseño de Vivienda<sup>62</sup>

MARCA	TIPO	CODIGO	CAPACIDAD (A.h)	TENSION DEL MODULO	COSTO UNITARIO	TOTAL MODULOS	COSTO TOTAL
Ultra Cell	AGM	UC-115-12	115	12	692.34	4.0	S/. 2,769.36
Ultra Cell	AGM	UC-138-12	138	12	854.04	4.0	S/. 3,416.16
Ultra Cell	AGM	UC-172-12	172	12	1004.06	2.0	S/. 2,008.12
Ultra Cell	AGM	UC-230-12	230	12	1383.92	2.0	S/. 2,767.84
Ultra Cell	GEL	UCG-98-12	98	12	725.63	4.0	S/. 2,902.52

- **Cálculo del Número de Baterías en Serie:**

Para el cálculo del número de baterías en serie; se utilizará la ecuación 17:

$$N_{BAT.S.Viv} = \frac{V_{diseño.Viv}}{V_{BAT}}$$

$$N_{BAT.S.Viv} = \frac{24}{12} = 2,0$$

- **Cálculo del Número de Baterías en Paralelo:**

Para el cálculo del número de baterías en serie; se utilizará la ecuación 18:

$$N_{BAT.P.Viv} = \frac{C_{BAT.min.Viv}}{C_{BAT.Selec.Viv}}$$

$$N_{BAT.P.Viv} = \frac{169,173}{172} = 0,98 \approx 1,0$$

***Se usaran 02 Baterías marca ULTRACELL de 12V con capacidad de 172 A.h, Tipo AGM con codigo UCG172 – 12***

➤ **Cálculo de la Selección de los Conductores Eléctricos:**

Para la selección de conductores se considera 2 criterios: **Cálculo de máxima intensidad y Caída de Tensión**

- **Cálculo de la Máxima Intensidad:**

Para el cálculo de la intensidad máxima; se utilizarán las siguientes ecuaciones.

<sup>62</sup> ELABORACION PROPIA

- **Cálculo de la Intensidad Maxima que debe soportar el tramo “Módulo Fotovoltaico – Controlador” (Ecuación 19):**

$$I_{MAX.mf-REG.Viv} = 1,25 \times I_{CC.mf.Viv} \times N_{RP.REG.Viv}$$

$$I_{MAX.mf-REG.Viv} = 1,25 \times 9,14 \times 1,0 = 11,43 \text{ A}$$

- **Cálculo de la Intensidad Máxima que debe soportar el tramo “Batería – Controlador de Carga” (Ecuación 20):**

La corriente que soporta el tramo “Batería – Controlador de Carga” es igual a la corriente del tramo Módulo Fotovoltaico - Controlador para cada caso.

$$I_{MAX.BAT-REG.Viv} = I_{MAX.mf-REG.Viv}$$

$$I_{MAX.BAT-REG.Viv} = 11,43 \text{ A}$$

- **Cálculo de la Intensidad Máxima que debe soportar el tramo “Controlador de Carga – Inversor” (Ecuación 21):**

$$I_{MAX.REG-inv.Viv} = \frac{1,25 \times P_{inv.Viv}}{V_{diseño.Viv} \times \eta_{inv.Viv}}$$

$$I_{MAX.REG-inv.Viv} = \frac{1,25 \times 0,33}{24,0 \times 0,95} = 18,09 \text{ A}$$

- **Cálculo de la Intensidad Máxima que debe soportar el tramo: “Inversor – Tablero General” (Ecuación 22):**

$$I_{MAX.Inv-Tab.GE.Viv} = \frac{1.25 \times P_{sim} \times \cos\phi}{V_{out}}$$

$$I_{MAX.Inv-Tab.GE.Viv} = \frac{1.25 \times 330,0 \times 0,9}{220,0} = 1,69 \text{ A}$$

- **Cálculo de la Caída de Tensión:**

Para el cálculo de la caída de tensión; se utilizarán los siguientes criterios:

Tabla N° 17: Criterios a tomar para Caída de Tensión <sup>63</sup>

TRAMO DEL SISTEMA	CAIDA DE TENSION (%)
PANELES - CONTROLADOR DE CARGA	3.00
CONTROLADOR DE CARGA - BATERIAS	1.00
CONTROLADOR DE CARGA - INVERSOR	1.00
INVERSOR – TABLERO GENERAL	3.00

- **Cálculo de la Caída de Tensión del tramo “Módulo Fotovoltaico – Controlador de carga” (Ecuación 23):**

$$\Delta V_{mf-reg.Viv} = \frac{V_{diseño} \times V_{CT.mf-reg}}{100}$$

$$\Delta V_{mf-reg.Viv} = \frac{24,0 \times 3,0}{100,0} = 0,72 V$$

- **Cálculo de la Caída de Tensión del tramo “Controlador de Carga – Batería” (Ecuación 23):**

$$\Delta V_{reg-bat.Viv} = \frac{V_{diseño} \times V_{CT.reg-bat}}{100}$$

$$\Delta V_{reg-bat.Viv} = \frac{24,0 \times 1,0}{100,0} = 0,24 V$$

- **Cálculo de la Caída de Tensión del tramo “Controlador de Carga – Inversor” (Ecuación 23):**

$$\Delta V_{reg-inv.Viv} = \frac{V_{diseño} \times V_{CT.reg-inv}}{100}$$

$$\Delta V_{reg-bat.Viv} = \frac{24,0 \times 1,0}{100,0} = 0,24 V$$

---

<sup>63</sup> ELABORACION PROPIA

- **Cálculo de la Caída de Tensión del tramo “Inversor – Tablero General” (Ecuación 23):**

$$\Delta V_{inv-TG.Viv} = \frac{V_{diseño} \times V_{CT.reg-inv}}{100}$$

$$\Delta V_{inv-TG.Viv} = \frac{24,0 \times 3,0}{100,0} = 0,72 V$$

- **Cálculo de la Selección Mínima del Conductor:**

Para el cálculo de la selección mínima del conductor se utilizará la ecuación 24:

$$S_{CABLE} = \frac{2 \times L \times I_{MAX}}{56 \times \Delta V}$$

También se tendrá en cuenta las distancias que separan cada tramo:

Tabla N° 18: Distancia entre Equipos del Sistema Fotovoltaico <sup>64</sup>

TRAMO DEL SISTEMA	LONGITUD
PANELES - CONTROLADOR DE CARGA	8,00
CONTROLADOR DE CARGA - BATERIAS	3,00
CONTROLADOR DE CARGA - INVERSOR	3,00
INVERSOR – TABLERO GENERAL	3,00

- **Cálculo de la Selección Mínima del Conductor del tramo “Módulo Fotovoltaico – Controlador de carga”:**

$$S_{CABLE.mf-REG.Viv} = \frac{2 \times L_{mf-REG.Viv} \times I_{MAX.mf-REG.Viv}}{56 \times \Delta V_{mf-reg}}$$

$$S_{CABLE.mf-REG.Viv} = \frac{2,0 \times 8,0 \times 11,43}{56 \times 0,72} = 4,53 mm^2$$

<sup>64</sup> ELABORACION PROPIA

- Cálculo de la Selección Mínima del Conductor del tramo

“Controlador de Carga – Batería”:

$$S_{CABLE.REG-BAT.Viv} = \frac{2 \times L_{REG-BAT.Viv} \times I_{MAX.REG-BAT.Viv}}{56 \times \Delta V_{REG-BAT.Viv}}$$

$$S_{CABLE.REG-BAT.Viv} = \frac{2 \times 3,0 \times 11,43}{56 \times 0,24} = 5,10 \text{ mm}^2$$

- Cálculo de la Selección Mínima del Conductor del tramo

“Controlador de Carga – Inversor”:

$$S_{CABLE.REG-INV.Viv} = \frac{2 \times L_{REG-INV.Viv} \times I_{MAX.REG-INV.Viv}}{56 \times \Delta V_{REG-INV.Viv}}$$

$$S_{CABLE.REG-INV.Viv} = \frac{2 \times 3,0 \times 18,09}{56 \times 0,24} = 8,08 \text{ mm}^2$$

- Cálculo de la Selección Mínima del Conductor del tramo: “Inversor

– Tablero General”:

$$S_{CABLE.INV-TG.Viv} = \frac{2 \times L_{REG-INV.Viv} \times I_{MAX.REG-INV.Viv}}{56 \times \Delta V_{REG-INV.Viv}}$$

$$S_{CABLE.INV-TG.Viv} = \frac{2 \times 3,0 \times 1,69}{56 \times 0,72} = 0,25 \text{ mm}^2$$

- Selección del Conductor para cada Tramo:

Para la selección de los conductores eléctricos para el sistema fotovoltaico usaremos la siguiente tabla:

Tabla N° 19: Secciones de Cable FREETOX NH-80 (Unifilar) <sup>65</sup>

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm2		mm	mm	mm	mm	Kg / Km	A	A
1.5	7	0.52	1.5	0.7	2.9	20	18	14
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1	6	110	74	51

<sup>65</sup> FUENTE: INDECO

Comparando los datos en la **Tabla N° 19** con los valores hallados por las ecuaciones. Seleccionamos los valores para nuestros conductores:

Tabla N° 20: Tabla de Selección de Conductores para Vivienda<sup>66</sup>

TRAMO	TENSION DEL SISTEMA (V)	CORRIENTE ELECTRICA (A)	LONGITUD (m)	CAIDA DE TENSION PERMITIDA	SECCION TEORICA (mm2)	SECCION SELECCIONADA (mm2)
PANELES - REGULADOR	24.00	11.43	8.00	0.72	4.53	6.00
REGULADOR - BATERIA	24.00	11.43	3.00	0.24	5.10	6.00
REGULADOR - INVERSOR	24.00	18.09	3.00	0.24	8.08	10.00
INVERSOR - TABLERO GENERAL	220.00	1.69	3.00	0.72	0.25	1.50

➤ **Cálculo de la Protección contra sobreintensidades**

• **Selección de elementos de protección:**

En la protección contra sobreintensidades originadas por sobrecargas o cortocircuitos se empleará fusibles. Se utilizarán cartuchos de fusibles cilíndricos de tipo gPV de la marca **DF Electric**

Entonces, que para que el fusible seleccionado sea efectivo, se debe cumplir la ecuación 25:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$$

Siendo:

$I_b$  = **INTENSIDAD DE CORRIENTE QUE RECORRE LA LÍNEA.**

$I_n$  = **INTENSIDAD NOM. DEL FUSIBLE ASIGNADO A LA LÍNEA.**

$I_{adm}$  = **MÁXIMA INTENSIDAD ADMISIBLE DEL CONDUCTOR**

<sup>66</sup> ELABORACION PROPIA

Tabla N° 21: Selección de fusibles<sup>67</sup>

GENERADOR FOTOVOLTAICO - CONTROLADOR DE CARGA	CONTROLADOR DE CARGA - BATERIA	CONTROLADOR DE CARGA - INVERSOR
$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$	$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$	$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$
$11,43 \leq I_n \leq 0,9 \cdot (50)$	$11,43 \leq I_n \leq 0,9 \cdot (50)$	$18,09 \leq I_n \leq 0,9 \cdot (74)$
$11,43 \leq I_n \leq 45,0$	$11,43 \leq I_n \leq 45,0$	$18,09 \leq I_n \leq 66,6$
$I_n = 20A$	$I_n = 20A$	$I_n = 25A$

***Se usaran 02 Fusibles Cilindricos de 20A Tipo 492235 y 01 Fusible Cilindrico de 25A Tipo 492240 Marca DF Electric***

***Tambien se Usaran por cada Fusible un Portafusible Monopolar Tipo 485701***

- **Protección de la Salida del Inversor**

Debido a que la salida del inversor es en corriente alterna, para las protecciones utilizaremos interruptores termomagnéticos e interruptor diferencial bipolar de 30 mA de sensibilidad (ecuación 26):

$$I_{MAX \text{ carga.Viv}} = \frac{1,20 \times P_{inv.viv}}{V_{out.viv}}$$

$$I_{MAX \text{ carga.Viv}} = \frac{1,20 \times 330}{220} = 1.80 \text{ A}$$

***Se usara 01 Interruptor Termomagnetico de 6A de 2 polos marca ABB***

<sup>67</sup> ELABORACION PROPIA

## 5.2. CASO II: PARA CARGA ESPECIAL:

### 5.2.1. Consumo De Energía Promedio Diaria (kWh/día):

Para evaluar el Consumo de Energía Eléctrica Diaria se realizó una encuesta al director de la Institución Educativa “EL LIMONAR”; donde los resultados son:

Tabla N° 22: Cuadro de Consumo de Energía Promedio Diaria<sup>68</sup>

ITEM	DESCRIPCION	POTENCIA (W)	TIPO CORRIENTE	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (Watts)	HORAS DIARIAS (CONSUMO)	ENERGIA DIARIA (W.h/dia)
01	Lamparas	10.0	AC	4.0	40.0	4.0	160.0
02	TV 32"	80.0	AC	1.0	80.0	3.0	240.0
03	Cargador de Celular	10.0	AC	2.0	20.0	2.0	40.0
04	DVD	20.0	AC	1.0	20.0	3.0	60.0
05	Minicomponente	70.0	AC	1.0	70.0	3.0	210.0
06	Ventilador	50.0	AC	2.0	100.0	3.0	300.0
07	Computadora	200.0	AC	1.0	200.0	2.0	400.0
08	Laptop Xo	70.0	AC	8.0	560.0	2.0	1120.0
SUBTOTAL					1.09 kW		2.53 kW.h/dia
ENERGIA CONSUMIDA PROMEDIO TOTAL DIARIA (+20%)							3.036 kW.h/dia
NUMERO DE DIAS AL MES							30.0
ENERGIA CONSUMIDA TOTAL MENSUAL							91.08 kWh

De los cuales se tomaron los datos para evaluar el consumo de energía eléctrica para la Institución Educativa “El Limonar”.

### 5.2.2. Radiación Solar En El Caserío El Limonar:

Se ha consultado dos fuentes: El atlas solar del Perú y el uso del software Solarius PV, cuyos datos se detallan a continuación:

- **Radiación Solar de Lambayeque usando el Atlas Solar<sup>69</sup>:**

Del cual podemos obtener la radiación solar máxima y mínima, para el departamento de Lambayeque, observamos que la radiación solar más

<sup>68</sup> ELABORACION PROPIA

<sup>69</sup> (SENAMHI 2003) Atlas de Energía Solar del Perú

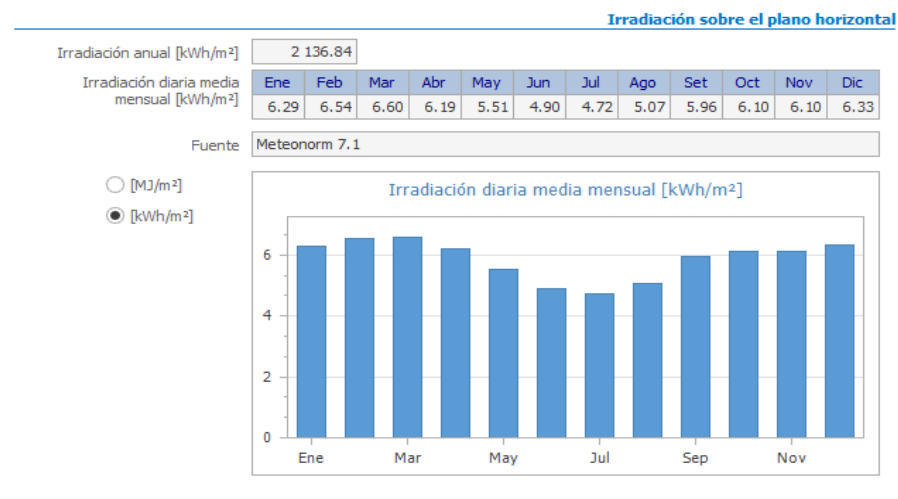


desfavorable se presenta en el mes de MAYO; el cual varía entre 4,5 kWh/m<sup>2</sup>/día y 5.5 kWh/m<sup>2</sup>/día por lo que se considerará el valor promedio de 5,0 kWh/m<sup>2</sup>/día.

- **Software Solarius PV**

Haciendo uso del software Solarius PV en la Tabla N° 7 se muestran los resultados. De donde se obtiene que el valor de la radiación solar más baja es de 4.72 kWh/m<sup>2</sup>/día

Tabla N° 23: Radiación solar en el departamento de Lambayeque<sup>70</sup>



Comparando los resultados obtenidos de las dos fuentes tal como se muestra en la siguiente para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico la radiación solar es de: 4,72 kWh/m<sup>2</sup>/día

### 5.2.3. Dimensionamiento Del Sistema Fotovoltaico

➤ **Cálculo de la Potencia Eléctrica de Diseño:**

De la “**TABLA N° 22**” tenemos el consumo de energía eléctrica promedio de cada vivienda:

<sup>70</sup> Fuente: Solarius PV

$$E_{PROM.IE} = 3,036 \text{ kW.h/dia}$$

Del “ITEM 5.1.2” obtenemos la Irradiación Promedio Anual que consideraremos para los cálculos del sistema

$$Irradiación = 4.72 \text{ kW.h/dia}$$

$$HSP = 4.72 \text{ h}$$

Ahora para determinar la energía de entrada para el sistema fotovoltaico, hay que considerar las pérdidas ocasionadas por el inversor, Controlador de Carga, batería de acumuladores, perdidas de potencia por efecto Joule en los conductores, etc. Para facilitar el cálculo de la potencia del generador; estas pérdidas se agrupan en un coeficiente que recoge el rendimiento energético de la instalación; para el caso de sistemas de Controlador de Carga, baterías de acumuladores e inversores se utiliza la siguiente formula:

$$FG = (1 - k_b - k_c - k_v) * (1 - \frac{k_a * D_a}{P_d})$$

Donde:

$$k_b = \text{Coef. de Perdidas debidas al rendimiento del acumulador} = 0,05$$

$$k_c = \text{Coef. de perdidas en el inversor} = 0,005$$

$$k_v = \text{Coef. de perdidas varias (Trasmision, Efecto Joule, etc)} = 0,05$$

$$k_a = \text{Coef. de autodescarga diaria de las baterias} = 0,005$$

$$D_a = \text{Dias de autonomía de la instalación} = 2,0$$

$$P_d = \text{Profundidad de descarga de la batería} = 70\%$$

Por lo tanto; reemplazando los valores se tiene que:

$$FG = (1 - 0,05 - 0,005 - 0,05) * (1 - \frac{0,005 * 2,0}{0,70})$$

$$FG = 0,88$$

Entonces hallamos la Potencia del Sistema con la ecuación 01:

$$PG_{FV.IE} = \frac{E_{P.IE}}{HSP \times FG}$$

$$PG_{FV.IE} = \frac{3,036 \text{ kW.h}}{4,72 \text{ h} \times 0,88} = 0,729 \text{ kW}$$

➤ **Cálculo del Dimensionamiento de los Paneles Fotovoltaicos:**

• **Selección de los Paneles Solares:**

Para seleccionar el panel solar FV se tiene una tabla de datos para la elección del panel solar; considerando la Potencia Total Generada vs Costos:

Tabla N° 24: Análisis de Potencia Generada Vs Costos.<sup>71</sup>

MARCA	TIPO	POTENCIA (Wp)	TENSION DEL MODULO	COSTO UNITARIO	TOTAL MODULOS	POTENCIA DEL GENERADOR	COSTO TOTAL
ERA SOLAR	Policristalino	270	24	S/. 661.48	4.0	1.08	S/. 2,645.92
ERA SOLAR	Policristalino	320	24	S/. 783.97	3.0	0.96	S/. 2,351.91
TAI ENERGY	Policristalino	250	24	S/. 953.23	4.0	1.00	S/. 3,812.92
TAI ENERGY	Policristalino	300	24	S/. 1,143.87	3.0	0.90	S/. 3,431.61

De la tabla seleccionamos el Panel Fotovoltaico de **320 Wp** de marca “**ERA SOLAR**” con una Tensión de Funcionamiento del Módulo de 24 V.

Tabla N° 25: Especificaciones Técnicas de los módulos fotovoltaicos<sup>72</sup>

ESPMC TYPE	305	310	315	320	325
Power Class	305 W	310 W	315 W	320 W	325 W
Max. Power Voltage (Vmpp) at STC**	37.15 V	37.3 V	37.5 V	37.65 V	37.8 V
Max. Power Current (Impp) at STC	8.21 A	8.31 A	8.4 A	8.5 A	8.6 A
Open Circuit Voltage	44.95 V	45.1 V	45.3 V	45.45 V	45.6 V

<sup>71</sup> ELABORACION PROPIA

<sup>72</sup> FUENTE: CATALOGO AUTOSOLAR

(Voc) at STC					
Short Circuit Current (Isc) at STC	8.8 A	8.9 A	9 A	9.1 A	9.2 A
Module Efficiency	15.70%	16.00%	16.20%	16.50%	16.80%

- **Número de los Paneles Solares:**

Para calcular el número de paneles solares fotovoltaicos; se utilizará la ecuación 02:

$$N_{mf.IE} = \frac{PG_{FV.IE}}{PP_{ins}}$$

$$N_{mf.IE} = \frac{729,0}{320,0} = 2,28 \approx 3,0$$

*Se usaran 03 paneles fotovoltaicos de 320 Wp  
de la marca ERA SOLAR con una Tensión de 24V*

Se calcula el número de paneles solares fotovoltaicos en serie y paralelo para este diseño; donde el **VOLTAJE DE DISEÑO** será de 24 V:

- **Número de Paneles Fotovoltaicos en Serie (ecuación 03):**

$$N_{S.IE} = \frac{V_{diseño}}{V_{modulo}}$$

$$N_{S.IE} = \frac{24,0}{24,0} = 1,0$$

- **Número de Paneles Fotovoltaicos en Paralelo (ecuación 04):**

$$N_{P.IE} = \frac{N_{mf.IE}}{N_{S.IE}}$$

$$N_{P.IE} = \frac{3,0}{1,0} = 3,0$$

- **Parámetros Eléctricos Totales de Diseño:**

De los datos anteriormente calculados y con las especificaciones técnicas; podemos tener los Parámetros Eléctricos Totales:

Tabla N° 26: Parámetros Eléctricos Totales para Viviendas<sup>73</sup>

Voltaje Nominal de Salida del Sistema	V	24
Potencia Total Generada	kWp	0.96
Voltaje Total a Maxima Potencia del Sistema	V	37.65
Corriente Total a Maxima Potencia de Sistema	A	25.50
Voltaje Total en Circuito Abierto del Sistema	V	45.45
Corriente Total en Cortocircuito de Sistema	A	27.30

➤ **Cálculo del Ángulo Óptimo de Inclinación y Distancias de los Módulos:**

• **Ángulo Optimo de Inclinación de los Paneles Fotovoltaicos:**

Para calcular el ángulo óptimo de inclinación de los paneles fotovoltaicos; dado a que ambos casos se encuentran situados en una misma zona; se aplicara la ecuación 5:

$$\beta_{opt} = 10 + I\phi I$$

$$\beta_{opt} = 10 + l - 6l = 16$$

Por temas de pérdidas por suciedad y otros, el ángulo mínimo a considerar es de 15°

---

<sup>73</sup> ELABORACION PROPIA

- **Distancia Mínima entre Filas de Módulos Fotovoltaicos:**

Para el cálculo de la Distancia Mínima entre filas de módulos fotovoltaicos; se aplica la ecuación 6:

$$h_{IE} = L_{IE} \times \text{Sen}\beta$$

$$h_{IE} = 1,956 \times \text{Sen}(16) = 0,54 \text{ m}$$

- **Distancia Mínima entre la parte superior de una fila y la parte inferior de la siguiente:**

Para el cálculo de la Distancia Mínima entre filas de módulos fotovoltaicos; se aplica la ecuación 7:

$$d_{sup-inf.IE} = \frac{h_{IE}}{\text{Tan}(61 - \phi)}$$

$$d_{sup-inf.IE} = \frac{0,539}{\text{Tan}(61 - (-6))} = 0,23 \text{ m}$$

- **Distancia Mínima entre las Partes Inferiores de los Módulos**

Para el cálculo de la Distancia Mínima entre filas de módulos fotovoltaicos; se aplica la ecuación 8:

$$d_{min-inf.IE} = d_{sup-inf.IE} \times L_{IE} \text{Cos}\beta$$

$$d_{min-inf.IE} = 0,23 + (1,956 \times \text{Cos}(16)) = 2,11 \text{ m}$$

➤ **Cálculo del Dimensionamiento del Controlador de Carga:**

- **Cálculo de la Máxima Corriente que debe Soportar:**

Para el cálculo de la máxima corriente que debe soportar el Controlador de Carga; se utilizará las ecuaciones 09 y 10:

- **Cálculo de la Maxima Corriente de Entrada:**

$$I_{REG.max.in.IE} = 1.25 \times I_{CC.paneIIIE} \times N_{P.IE}$$

$$I_{REG.max.in.IE} = 1,25 \times 9,10 \times 3,0 = 34,13 \text{ A}$$

- **Cálculo de la Maxima Corriente de Salida:**

$$I_{REG.max.out} = \frac{1,25 (P_{cc} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_D}$$

$$I_{REG.max.out.IE} = \frac{1.25 (0,0 + \frac{1090,0}{0,95})}{24,0} = 59.76 A$$

• **Selección del Controlador de Carga:**

Se selecciona el Controlador de Carga de control que cumpla con las características calculadas de la siguiente tabla:

Tabla N° 27: Tabla de Datos del Controlador de Carga<sup>74</sup>

MARCA	TIPO	CODIGO	INTENSIDAD (A)	COSTO UNITARIO
Must Solar	PWM	LCD	60	S/. 484.27
Blue Solar	MPPT	MPPT 150/45	45	S/. 2,208.29
Xantrex	PWM	-	60	S/. 623.78
Blue Solar	MPPT	MPPT 100/50	50	S/. 1,466.67

Tabla N° 28: Especificaciones Técnicas del Controlador de Carga<sup>75</sup>

MODELO		PC 1500B-10-20		PC1500-30-40		PC1500B 50-60	
ENTRADA	Voltaje FV	≤ 50 V					
	Intansidad Nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A
SALIDA	Voltaje de Sistema	12/24V Auto					
	Intensidad de descarga nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A
	Modo de Carga	PWM-4 etapas carga, absorción, flotación, ecualización					

• **Cálculo del Número de Controlador de Carga:**

Para el cálculo del número de Controlador de Cargas se utilizará la ecuación

12:

$$N_{REG.IE} = \frac{I_{REG.max.IE}}{I_{REG.Selec.IE}}$$

$$N_{REG.IE} = \frac{59,76}{60,0} = 0,996 \approx 1,0$$

<sup>74</sup> ELABORACION PROPIA

<sup>75</sup> <https://autosolar.pe/controladores-de-carga-mppt/controlador-mppt-lcd-30a-1224v-must-solar>

*Se usara 01 Controlador de Corriente marca MUST SOLAR  
tipo PWM, Modelo PC1500B – 60*

- **Cálculo del Número de Ramas de Módulos Fotovoltaicos que deben conectarse a cada Controlador de Carga:**

Para el cálculo del número de ramas de módulos fotovoltaicos que deben conectarse a cada Controlador de Carga se utilizará la ecuación 13:

$$N_{RP.REG.IE} = \frac{N_{P.IE}}{N_{REG.IE}}$$

$$N_{RP.REG.IE} = \frac{3,0}{1,0} = 3,0$$

- **Cálculo del Dimensionamiento del Inversor:**

- **Cálculo de la Potencia de Entrada del Inversor:**

Para el cálculo de la potencia de entrada del inversor; se tomara la potencia instalada de la Tabla N° 22 y se empleará la ecuación 14:

$$P_{IN.inv.IE} = \frac{1,2 \times P_{sim.AC.IE}}{\eta_{INV.IE}}$$

$$P_{IN.inv.IE} = \frac{1,2 \times 1,090}{0,95} = 1,377 \text{ kW}$$

- **Selección del Inversor a Utilizar:**

Para la selección del inversor se verificaron las especificaciones técnicas de cada Controlador de Carga a utilizar.

Tabla N° 29: Cuadro de Selección de Inversor<sup>76</sup>

MARCA	POTENCIA (W)	TENSION DEL MODULO	COSTO UNITARIO	TOTAL REGULADORES	POTENCIA TOTAL (kW)	COSTO TOTAL
Phoenix	1200 VA	24	S/. 2,936.17	2.0	2.16	S/. 5,872.34
Phoenix	1600 VA	24	S/. 3,908.75	1.0	1.44	S/. 4,210.76
Multi Plus	1600 VA	24	S/. 4,210.76	1.0	1.44	S/. 3,908.75
Multi Plus	2000 VA	24	S/. 5,673.57	1.0	1.80	S/. 5,673.57

<sup>76</sup> ELABORACION PROPIA



Tabla N° 30: Especificaciones Técnicas del Inversor para Viviendas<sup>77</sup>

MultiPlus	12 Voltios	C12/800/35	C12/1200/50	C12/1600/70	C12/2000/80	C12/3000/120
	24 Voltios	C24/800/16	C24/1200/25	C24/1600/40	C24/2000/50	C24/3000/70
	48 Voltios					C48/3000/35
Rango de Tension de entrada	9,5 - 17V 19 - 33V 38 - 66V					
Tensión/frecuencia CA de salida (ajustable)	Tension de Salida: 230 VAC +/- 2% Frecuencia: 50 Hz +/- 0.1%					
Potencia cont. de salida a 25°C (VA)	800	1200	1600	2000	3000	
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	700	1000	1300	1600	2400	
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	650	900	1200	1400	2200	
Potencia cont. de salida a 65°C (W)	400	600	800	1000	1700	
Pico de Potencia (W)	1600	2400	3000	4000	6000	
Eficacia Max (%)	92/94	93/94	93/94	93/94	93/94	93/94/95

- **Cálculo del Número de Inversores:**

Para el cálculo del número de inversores; se utilizará la ecuación 15

$$N_{inv.IE} = \frac{P_{IN.inv.IE}}{P_{inv.SELECT.IE}}$$

$$N_{inv.IE} = \frac{1,090}{(1600 \times 0,9/1000)} = 0,96 \approx 1,0$$

*Se usara 01 Inversor de Corriente marca VICTRON ENERGY  
Modelo Phoenix C 24 I 1600*

➤ **Cálculo del Dimensionamiento del Sistema de Almacenamiento:**

- **Cálculo de la Capacidad Mínima del Banco de Baterías:**

Para el cálculo de la capacidad mínima del banco de baterías; se utilizará la ecuación 16:

$$C_{BAT.min.IE} = \frac{N_D \times E_{PROM.IE}}{P_{D.max} \times V_T \times \eta_{inv.IE} \times \eta_{rb.IE}}$$

$$C_{BAT.min.IE} = \frac{2,0 \times 3,036}{0,7 \times 24 \times 0,95 \times 0,8} = 475,56 A.h$$

- **Selección de Batería a usar:**

Se seleccionaron las baterías de almacenamiento analizando Costo vs Capacidad de la siguiente tabla:

<sup>77</sup> <https://autosolar.pe/inversores-24v/inversor-victron-phoenix-24v-375va>

Tabla N° 31: Selección de Batería para Diseño de Vivienda<sup>78</sup>

MARCA	TIPO	CODIGO	CAPACIDAD (A.h)	TENSION DEL MODULO	COSTO UNITARIO	TOTAL MODULOS	CAPACIDAD TOTAL	COSTO TOTAL
Ultra Cell	AGM	UC-86-12	86	12	S/. 497.79	12.0	516.0	S/. 5,973.48
Ultra Cell	AGM	UC-115-12	115	12	S/. 692.34	10.0	575.0	S/. 6,923.40
Ultra Cell	AGM	UC-138-12	138	12	S/. 854.04	8.0	552.0	S/. 6,832.32
Ultra Cell	AGM	UC-172-12	172	12	S/. 1,004.06	6.0	516.0	S/. 6,024.36
Ultra Cell	AGM	UC-230-12	230	12	S/. 1,383.92	6.0	690.0	S/. 8,303.52

- **Cálculo del Número de Baterías en Serie:**

Para el cálculo del número de baterías en serie; se utilizará la ecuación 17

$$N_{BAT.S.IE} = \frac{V_{diseño.IE}}{V_{BAT}}$$

$$N_{BAT.S.IE} = \frac{24}{12} = 2,0$$

- **Cálculo del Número de Baterías en Paralelo:**

Para el cálculo del número de baterías en serie; se utilizará la ecuación 18

$$N_{BAT.P.IE} = \frac{C_{BAT.min.IE}}{C_{BAT.Selec.IE}}$$

$$N_{BAT.P.IE} = \frac{475,56}{172,0} = 2,76 \approx 3,0$$

*Se usaran 06 Baterías marca ULTRACELL de 12V con capacidad de 172 A.h, Tipo AGM con codigo UC 172 – 12*

➤ **Cálculo de la Selección de los Conductores Eléctricos:**

Para la selección de conductores se considera 2 criterios: **Cálculo de máxima intensidad y Caída de Tensión**

- **Cálculo de la Máxima Intensidad:**

Para el cálculo de la intensidad máxima; se utilizarán las siguientes ecuaciones.

<sup>78</sup> ELABORACION PROPIA

- **Cálculo de la Intensidad Maxima que debe soportar el tramo “Módulo Fotovoltaico – Controlador de Carga” (Ecuación 19):**

$$I_{MAX.mf-REG.IE} = 1,25 \times I_{CC.mf.IE} \times N_{RP.REG.IE}$$

$$I_{MAX.mf-REG.IE} = 1,25 \times 9,10 \times 3,0 = 34,13 A$$

- **Cálculo de la Intensidad Máxima que debe soportar el tramo “Batería – Controlador de Carga” (Ecuación 20):**

La corriente que soporta el tramo “Batería – Controlador de Carga” es igual a la corriente del tramo Módulo Fotovoltaico - Controlador para cada caso.

$$I_{MAX.BAT-REG.IE} = I_{MAX.mf-REG.IE}$$

$$I_{MAX.BAT-REG.IE} = 34,13 A$$

- **Cálculo de la Intensidad Máxima que debe soportar el tramo “Controlador de Carga – Inversor” (Ecuación 21):**

$$I_{MAX.REG-inv.IE} = \frac{1,25 \times P_{inv.IE}}{V_{diseño.IE} \times \eta_{inv.IE}}$$

$$I_{MAX.REG-inv.IE} = \frac{1,25 \times 1090,0}{24,0 \times 0,95} = 59,76 A$$

- **Cálculo de la Intensidad Máxima que debe soportar el tramo: “Inversor – Tablero General” (Ecuación 22):**

$$I_{MAX.Inv-Tab.GE.IE} = \frac{1.25 \times P_{sim} \times \cos\phi}{V_{out}}$$

$$I_{MAX.Inv-Tab.GE.IE} = \frac{1.25 \times 1090,0 \times 0,9}{220,0} = 2,89 A$$

- **Cálculo de la Caída de Tensión:**

Para el cálculo de la caída de tensión; se utilizarán los siguientes criterios:

Tabla N° 32: Criterios a tomar para Caída de Tensión <sup>79</sup>

TRAMO DEL SISTEMA	CAIDA DE TENSION (%)
PANELES - CONTROLADOR DE CARGA	3.00
CONTROLADOR DE CARGA - BATERIAS	1.00
CONTROLADOR DE CARGA - INVERSOR	1.00
INVERSOR – TABLERO GENERAL	3.00

- **Cálculo de la Caída de Tensión del tramo: “Módulo Fotovoltaico – Controlador” (Ecuación 23):**

$$\Delta V_{mf-reg} = \frac{V_{diseño} \times V_{CT.mf-reg}}{100}$$

$$\Delta V_{mf-reg.IE} = \frac{24,0 \times 3,0}{100,0} = 0,72 V$$

- **Cálculo de la Caída de Tensión del tramo: “Controlador de Carga – Batería” (Ecuación 23):**

$$\Delta V_{reg-bat} = \frac{V_{diseño} \times V_{CT.reg-bat}}{100}$$

$$\Delta V_{reg-bat.IE} = \frac{24,0 \times 1,0}{100,0} = 0,24 V$$

- **Cálculo de la Caída de Tensión del tramo: “Controlador de Carga – Inversor” (Ecuación 23):**

$$\Delta V_{reg-inv} = \frac{V_{diseño} \times V_{CT.reg-inv}}{100}$$

$$\Delta V_{reg-bat.IE} = \frac{24,0 \times 1,0}{100,0} = 0,24 V$$

<sup>79</sup> ELABORACION PROPIA

- **Cálculo de la Caída de Tensión del tramo: “Inversor – Tablero General” (Ecuación 23):**

$$\Delta V_{inv-TG.IE} = \frac{V_{diseño} \times V_{CT.reg-inv}}{100}$$

$$\Delta V_{inv-TG.IE} = \frac{24,0 \times 3,0}{100,0} = 0,72 V$$

- **Cálculo de la Selección Mínima del Conductor:**

Para el cálculo de la selección mínima del conductor se utilizará la ecuación 24:

$$S_{CABLE} = \frac{2 \times L \times I_{MAX}}{56 \times \Delta V}$$

También se tendrá en cuenta las distancias que separan cada tramo:

Tabla N° 33: Distancia entre Equipos del Sistema Fotovoltaico <sup>80</sup>

TRAMO DEL SISTEMA	LONGITUD
PANELES - CONTROLADOR DE CARGA	8,00
CONTROLADOR DE CARGA - BATERIAS	3,00
CONTROLADOR DE CARGA - INVERSOR	3,00
INVERSOR – TABLERO GENERAL	3,00

-

- **Cálculo de la Selección Mínima del Conductor del tramo: “Módulo Fotovoltaico – Controlador de Carga”:**

$$S_{CABLE.mf-REG.IE} = \frac{2 \times L_{mf-REG.IE} \times I_{MAX.mf-REG.IE}}{56 \times \Delta V_{mf-reg}}$$

$$S_{CABLE.mf-REG.IE} = \frac{2,0 \times 8,0 \times 34,13}{56 \times 0,72} = 13,54 mm^2$$

<sup>80</sup> ELABORACION PROPIA

- Cálculo de la Selección Mínima del Conductor del tramo:

“Controlador de Carga – Batería”:

$$S_{CABLE.REG-BAT.IE} = \frac{2 \times L_{REG-BAT.IE} \times I_{MAX.REG-BAT.IE}}{56 \times \Delta V_{REG-BAT.IE}}$$

$$S_{CABLE.REG-BAT.IE} = \frac{2 \times 3,0 \times 34,13}{56 \times 0,24} = 15,23 \text{ mm}^2$$

- Cálculo de la Selección Mínima del Conductor del tramo:

“Controlador de Carga – Inversor”:

$$S_{CABLE.REG-INV.IE} = \frac{2 \times L_{REG-INV.IE} \times I_{MAX.REG-INV.IE}}{56 \times \Delta V_{REG-INV.IE}}$$

$$S_{CABLE.REG-INV.IE} = \frac{2 \times 3,0 \times 59,76}{56 \times 0,24} = 26,68 \text{ mm}^2$$

- Cálculo de la Selección Mínima del Conductor del tramo: “Inversor

– Tablero General”:

$$S_{CABLE.REG-INV.IE} = \frac{2 \times L_{REG-INV.IE} \times I_{MAX.REG-INV.IE}}{56 \times \Delta V_{REG-INV.IE}}$$

$$S_{CABLE.REG-INV.IE} = \frac{2 \times 3,0 \times 5,57}{56 \times 0,72} = 0,83 \text{ mm}^2$$

- Selección del Conductor para cada Tramo:

Para la selección de los conductores eléctricos para el sistema fotovoltaico usaremos la siguiente tabla:

Tabla N° 34: Tabla de Secciones de Cable FREETOX NH-80 (Unifilar) <sup>81</sup>

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO Kg / Km	AMPERAJE (*)	
							AIRE A	DUCTO A
1.5	7	0.52	1.5	0.7	2.9	20	18	14
16	7	1.69	4.67	1	6.7	167	99	68
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110

<sup>81</sup> FUENTE: INDECO

Comparando los datos en la **Tabla N° 34** con los valores hallados por las ecuaciones. Seleccionamos los valores para nuestros conductores:

Tabla N° 35: Tabla de Selección de Conductores para Vivienda<sup>82</sup>

TRAMO	TENSION DEL SISTEMA (V)	CORRIENTE ELECTRICA (A)	LONGITUD (m)	CAIDA DE TENSION PERMITIDA	SECCION TEORICA (mm2)	SECCION SELECCIONADA (mm)
PANELES - REGULADOR	24.00	34.13	8.00	0.72	13.54	16.00
REGULADOR - BATERIA	24.00	34.13	3.00	0.24	15.23	16.00
REGULADOR - INVERSOR	24.00	59.76	3.00	0.24	26.68	35.00
INVERSOR - TABLERO GENERAL	24.00	5.57	3.00	0.72	0.83	1.50

➤ **Cálculo de la Protección contra sobreintensidades:**

• **Selección de elementos de protección:**

En la protección contra sobreintensidades originadas por sobrecargas o cortocircuitos se empleará fusibles. Se utilizarán cartuchos de fusibles cilíndricos de tipo gPV de la marca **DF Electric**.

Entonces, que para que el fusible seleccionado sea efectivo, se debe cumplir la ecuación 25:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$$

Siendo:

**$I_b$  = INTENSIDAD DE CORRIENTE QUE RECORRE LA LÍNEA.**

**$I_n$  = INTENSIDAD NOMINAL DEL FUSIBLE ASIGNADO.**

**$I_{adm}$  = MÁXIMA INTENSIDAD ADMISIBLE**

---

<sup>82</sup> ELABORACION PROPIA

Tabla N° 36: Selección de fusibles<sup>83</sup>

GENERADOR FOTOVOLTAICO - CONTROLADOR DE CARGA	CONTROLADOR DE CARGA - BATERIA	CONTROLADOR DE CARGA - INVERSOR
$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$ $34,13 \leq I_n \leq 0,9 \cdot (99)$ $34,13 \leq I_n \leq 89,1$ $I_n = 50A$	$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$ $34,13 \leq I_n \leq 0,9 \cdot (99)$ $34,13 \leq I_n \leq 89,1$ $I_n = 50A$	$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{adm}$ $59,76 \leq I_n \leq 0,9 \cdot (165)$ $59,76 \leq I_n \leq 148,5$ $I_n = 80A$

***Se usaran 02 Fusibles Cilindricos de 50A Tipo 373230 y 01 Fusible Cilindrico de 80A Tipo 373240 Marca DF Electric***

- **Protección de la Salida del Inversor:**

Debido a que la salida del inversor es en corriente alterna, para las protecciones utilizaremos interruptores termomagnéticos e interruptor diferencial bipolar de 30 mA de sensibilidad; la cual calcularemos con la ecuación 26:

$$I_{MAX \text{ carga.IE}} = \frac{1,20 \times P_{inv.IE}}{V_{out.IE}}$$

$$I_{MAX \text{ carga}} = \frac{1,20 \times 565,0}{220} = 3,08 \text{ A}$$

***Se usara 01 Interruptor Termomagnetico de 6A de 2 polos marca ABB***

<sup>83</sup> ELABORACION PROPIA



## 5.3. METRADO Y PRESUPUESTO

### 5.3.1. Planilla de Metrados por Vivienda:

Tabla N° 37: Planilla de Metrados<sup>84</sup>

ITEM	DESCRIPCION DE METRADOS	UND	CANT	VIVIENDA 01	VIVIENDA 02	VIVIENDA 03	VIVIENDA 04	VIVIENDA 05	VIVIENDA 06	CARGA ESPECIAL	VIVIENDA 08	VIVIENDA 09	VIVIENDA 10	VIVIENDA 11	VIVIENDA 12	VIVIENDA 13	VIVIENDA 14	VIVIENDA 15	VIVIENDA 16	VIVIENDA 17
<b>I</b>	<b>DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>																			
<b>1.00</b>	<b>Paneles Solares Fotovoltaicos</b>																			
1.01	Panel Solar de 270 Wp marca "ERA SOLAR" de 24 V.	und	16.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.02	Panel Solar de 320 Wp marca "ERA SOLAR" de 24 V.	und	3.00							3.00										
<b>2.00</b>	<b>Estructura de Soporte para Paneles Fotovoltaicos</b>																			
2.01	Estructura de Soporte para Paneles Montados en Piso a 16°	und	17.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>3.00</b>	<b>Controladores de Corriente (Regulador)</b>																			
3.01	Regulador de 20A marca "Must Solar" Tipo PWM	und	16.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.02	Regulador de 60A marca "Must Solar" Tipo PWM	und	1.00							1.00										
<b>4.00</b>	<b>Inversores Solares</b>																			
4.01	Inversor Solar de 500 VA marca "MultiPlus" de 24 V	und	16.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4.02	Inversor Solar de 800 VA marca "MultiPlus" de 24 V	und	1.00							1.00										
<b>5.00</b>	<b>Almacenamiento de Energía (Baterías)</b>																			
5.01	Batería de 172 Ah. marca "UltraCell" de 12 V Tipo AGM	und	38.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
<b>II</b>	<b>DISEÑO DE SISTEMA ELECTRICO Y SISTEMA DE PROTECCION</b>																			
<b>1.00</b>	<b>Conductores de Energía</b>																			
1.01	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 1.5 mm2	m	51.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
1.02	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 6 mm2	m	176.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00		11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
1.03	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 10 mm2	m	48.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
1.04	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 16 mm2	m	11.00							11.00										
1.05	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 35 mm2	m	3.00							3.00										
<b>2.00</b>	<b>Fusibles Cilíndricos</b>																			
2.01	Fusible Cilíndrico de 20A marca "DF Electric" Tipo 492235	und	32.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.02	Fusible Cilíndrico de 25A marca "DF Electric" Tipo 492240	und	16.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.03	Fusible Cilíndrico de 50A marca "DF Electric" Tipo 373230	und	2.00							2.00										
2.04	Fusible Cilíndrico de 80A marca "DF Electric" Tipo 373240	und	1.00							1.00										
<b>3.00</b>	<b>Portafusibles para Fusibles Cilíndricos</b>																			
3.01	Portafusible Monopolar marca "DF Electric" Tipo 485701	und	51.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
<b>4.00</b>	<b>Interruptores Termomagnéticos</b>																			
4.01	Interruptor Termomagnético de 6A Bipolar marca ABB	und	17.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

<sup>84</sup> ELABORACION PROPIA

### 5.3.2. Presupuesto de Metrados:

Tabla N° 38: Presupuesto de Metrados<sup>85</sup>

ITEM	DESCRIPCION DE METRADOS	UND	CANT	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>I</b>	<b>DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>				
<b>1.00</b>	<b>Paneles Solares Fotovoltaicos</b>				
1.01	Panel Solar de 270 Wp marca "ERA SOLAR" de 24 V.	und	16.00	661.48	S/. 10,583.68
1.02	Panel Solar de 320 Wp marca "ERA SOLAR" de 24 V.	und	3.00	783.97	S/. 2,351.91
<b>2.00</b>	<b>Estructura de Soporte para Paneles Fotovoltaicos</b>				
2.01	Estructura de Soporte para Paneles Montados en Piso a 16°	und	17.00	352.45	S/. 5,991.65
<b>3.00</b>	<b>Controladores de Corriente (Regulador)</b>				
3.01	Regulador de 20A marca "Must Solar" Tipo PWM	und	16.00	142.59	S/. 2,281.44
3.02	Regulador de 60A marca "Must Solar" Tipo PWM	und	1.00	484.27	S/. 484.27
<b>4.00</b>	<b>Inversores Solares</b>				
4.01	Inversor Solar de 500 VA marca "MultiPlus" de 24 V	und	16.00	813.24	S/. 13,011.84
4.02	Inversor Solar de 800 VA marca "MultiPlus" de 24 V	und	1.00	3908.75	S/. 3,908.75
<b>5.00</b>	<b>Almacenamiento de Energía (Baterías)</b>				
5.01	Batería de 172 Ah. marca "UltraCell" de 12 V Tipo AGM	und	38.00	1004.06	S/. 38,154.28
<b>SUB TOTAL 01</b>				<b>S/.</b>	<b>76,767.82</b>
<b>II</b>	<b>DISEÑO DE SISTEMA ELECTRICO Y SISTEMA DE PROTECCION</b>				
<b>1.00</b>	<b>Conductores de Energía</b>				
1.01	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 1.5 mm2	m	51.00	0.71	S/. 36.21
1.02	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 6 mm2	m	176.00	3.42	S/. 601.92
1.03	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 10 mm2	m	48.00	5.46	S/. 262.08
1.04	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 16 mm2	m	11.00	8.37	S/. 92.07
1.05	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 35 mm2	m	3.00	21.32	S/. 63.96
<b>2.00</b>	<b>Fusibles Cilíndricos</b>				
2.01	Fusible Cilíndrico de 20A marca "DF Electric" Tipo 492235	und	32.00	15.42	S/. 493.44
2.02	Fusible Cilíndrico de 25A marca "DF Electric" Tipo 492240	und	16.00	17.32	S/. 277.12
2.03	Fusible Cilíndrico de 50A marca "DF Electric" Tipo 373230	und	2.00	34.64	S/. 69.28
2.04	Fusible Cilíndrico de 80A marca "DF Electric" Tipo 373240	und	1.00	47.52	S/. 47.52
<b>3.00</b>	<b>Portafusibles para Fusibles Cilíndricos</b>				
3.01	Portafusible Monopolar marca "DF Electric" Tipo 485701	und	51.00	21.44	S/. 1,093.44
<b>4.00</b>	<b>Interruptores Termomagnéticos</b>				
4.01	Interruptor Termomagnético de 6A Bipolar marca ABB	und	17.00	16.49	S/. 280.33
<b>SUB TOTAL 02</b>				<b>S/.</b>	<b>3,317.37</b>
<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>				<b>S/.</b>	<b>80,085.19</b>

<sup>85</sup> ELABORACION PROPIA

Este análisis solo contiene el costo por partida de los materiales a utilizar según diseño.

### 5.3.3. Evaluación VAN, TIR y B/C:

Para determinar estos valores debemos tener en cuenta las siguientes tablas que contienen el costo total de la inversión:

Tabla N° 39: Presupuesto Total del Proyecto<sup>86</sup>

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	S/. 80,085.19
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO (+10%)	S/. 8,008.52
C	TRANSPORTE DE MATERIALES (+8%)	S/. 6,406.82
D	<b>SUBTOTAL ("COSTO DIRECTO")</b>	<b>S/. 94,500.53</b>
E	GASTOS GENERALES (+10%)	S/. 9,450.06
F	UTILIDADES (+5%)	S/. 4,725.03
G	<b>SUBTOTAL (NO INCLUYE IGV)</b>	<b>S/. 108,675.62</b>
H	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (+18%)	S/. 19,561.62
I	<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO (G+H)</b>	<b>S/. 128,237.24</b>

También debemos determinar los costos de Mantenimiento y operación anual para dicha evaluación:

---

<sup>86</sup> ELABORACION PROPIA

Tabla N° 40: Costo Anual de Operación y Mantenimiento<sup>87</sup>

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	COSTO UNITARIO S/	CANTIDAD DE DIAS POR AÑO	SUBTOTAL S/
<b>1</b>	<b>COSTO ANUAL DE OPERACIÓN</b>				
<b>1.01</b>	<b>Materiales</b>	global	25.32	1.00	<b>S/ 25.32</b>
<b>1.02</b>	<b>Equipos, Instrumentos y Herramientas</b>	global	18.31	1.00	<b>S/ 18.31</b>
<b>1.03</b>	<b>Personal Calificado</b>				<b>S/ 178.38</b>
1.03.01	Operario	h-h	17.69	6.00	S/ 106.14
1.03.02	Peón	h-h	12.04	6.00	S/ 72.24
<b>1.04</b>	<b>Alquiler de Vehículos</b>				<b>S/ 57.56</b>
1.04.01	Camioneta	h-m	40.6	1.00	S/ 40.60
1.04.02	Moto Lineal	h-m	8.48	2.00	S/ 16.96
<b>SUBTOTAL 01</b>					<b>S/ 279.57</b>
<b>2</b>	<b>COSTO ANUAL DE MANTENIMIENTO</b>				
<b>2.01</b>	<b>Materiales</b>	global	84.12	1.00	<b>S/ 84.12</b>
<b>2.02</b>	<b>Equipos, Instrumentos y Herramientas</b>	global	32.74	1.00	<b>S/ 32.74</b>
<b>2.03</b>	<b>Personal Calificado</b>				<b>S/ 59.46</b>
2.03.01	Operario	h-h	17.69	2.00	S/ 35.38
2.03.02	Peón	h-h	12.04	2.00	S/ 24.08
<b>2.04</b>	<b>Alquiler de Vehículos</b>				<b>S/ -</b>
2.04.01	Camioneta	h-m	40.6	1.00	S/ 40.60
2.04.02	Moto Lineal	h-m	8.48	2.00	S/ 16.96
<b>SUBTOTAL 02</b>					<b>S/ 176.32</b>

<sup>87</sup> ELABORACION PROPIA

**COSTO TOTAL ANUAL POR VIVIENDA DE MANTENIMIENTO Y OPERACION S/. 455.89**

NUMERO DE LOTES 17.00

<b>COSTO TOTAL ANUAL GLOBAL</b>	<b>S/. 7,750.13</b>
---------------------------------	---------------------

Determinamos la tarifa del costo de energía eléctrica, basándonos en el pliego tarifario rural para sistemas fotovoltaicos normados por OSINERMIN:

Tabla N° 41: Pliego Tarifario BT8 (Sistemas Fotovoltaicos)<sup>88</sup>

**Vigente a partir del 04/Nov/2019**

Inversiones	Region	Tipo de Modulo	Energia Prom. Mensual Disponible (kW.h)	Cargo Fijo Equivalente por Energía Promedio (ctm.S/./kW.h)	
				Sin FOSE	Con FOSE
<b>EMPRESA (100%)</b>	<b>COSTA</b>	BT8-070	7.75	680.08	135.99
		BT8-100	10.36	583.89	116.76
		BT8-160	16.92	433.61	86.71
		BT8-240	25.37	387.13	77.41
		BT8-320	33.83	383.16	111.32

Con estos datos tomados de la Tabla N° 41; determinamos el Costo Total Anual de Energía con Pliego Tarifario:

- Cálculo de la Energía Consumida Total Mensual:**

$$E_{Total.Consumida.M} = E_{Total.Consumida.Viv} + E_{Total.Consumida.C.E}$$

$$E_{Total.Consumida.M} = 32.4 * 16 + 91.08$$

$$E_{Total.Consumida.M} = 609.48 \text{ kW.h}$$

<sup>88</sup> Osinermin

<https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/Paginas/VisorPliegosTarifarios.aspx?Codigo=BT8>

- **Pliego Tarifario Seleccionado en Soles:**

$$Pliego\ Tarifario\ (P.Tar) = 3.8316\ S/\ kW.h$$

- **Pliego Tarifario Mensual:**

$$Pliego\ Tarifario\ Mensual = E_{Total.Consumida.M} \times P.Tar$$

$$Pliego\ Tarifario\ Mensual = 609.48 * 3.8316$$

$$Pliego\ Tarifario\ Mensual = 2,335.28\ (Sin\ IGV)$$

$$Pliego\ Tarifario\ Mensual\ (+18\%) = 2,755.63\ (Con\ IGV)$$

- **Pliego Tarifario Anual:**

$$Pliego\ Tarifario\ Anual = N^{\circ}\ Meses \times P.Tar.\ Mensual$$

$$Pliego\ Tarifario\ Anual = 12 \times 2,755.63$$

$$Pliego\ Tarifario\ Anual = S/. 33,067.62$$

Tabla N° 42: Evaluación económica del Sistema Fotovoltaico

DATOS GENERALES	
Inversion Total	128,237.24
Costo de Operación y Mantenimiento Anual	7,750.13
Ingresos por Pliego Tarifario	33,067.62

FLUJO ECONÓMICO						
AÑO	COSTOS INCREMENTALES			BENEFICIOS INCREMENTALES		BENEFICIOS NETOS
	Inversiones	COSTO DE OP. Y MANT.	TOTALES	Ingreso Pliego Tarifario	TOTALES	
0	128,237.24		<b>128,237.24</b>		0.00	-128,237.24
1		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
2		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
3		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
4		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
5		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
6		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
7		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
8		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
9		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
10		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
11		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
12		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
13		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
14		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
15		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
16		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
17		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
18		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
19		7,750.13	<b>7,750.13</b>	33,067.62	33,067.62	25,317.49
20		7,750.13	7,750.13	33067.6153	33,067.62	25,317.49

**Nota:** Montos en Soles

INDICADORES ECONOMICOS					
DESCRIPCIÓN	Tasa de Descuento (%)	VAN (S/.)	TIR (%)	Pay Back (años)	B/C
<b>VALOR</b>	12%	60,870.29	19.15%	8.2	1.33

# **CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**



## 6.1. CONCLUSIONES

- La energía eléctrica promedio proyectada para cada caso del caserío El Limonar es de:

Por cada Vivienda : 1 080 Wh/día.

Para la Institución Educativa : 3 036 Wh/día.

TOTAL (Vivienda + Inst. Educativa) : 20 316 Wh/día.

- Considerando 02 fuentes de radiación solar: Del atlas de radiación solar del Perú se obtuvo un valor de radiación solar promedio de 5,0 kWh/m<sup>2</sup>/día. Del software Solarius Plus se obtuvo un valor de 4,72 kWh/m<sup>2</sup>/día. Se consideró el menor de ellos; es decir 4,72 kWh/m<sup>2</sup>/día

- Los sistemas fotovoltaicos estarán compuestos según cada caso:

Para cada Vivienda: 01 panel fotovoltaico ERA SOLAR de 270 Wp de potencia, 01 Controlador de Carga de 20/50, 01 Inversor Solar “MultiPlus” de 500 VA y 02 Baterías UltraCell de 172 Ah.

Para la Institución Educativa: 03 paneles fotovoltaicos ERA SOLAR de 320 Wp de potencia, 01 Controlador de carga 60/100, 01 Inversor Solar MultiPlus de 1 600 VA y 06 Baterías UltraCell de 172 Ah.

Dando una potencia instalada del sistema de captación de energía de 5,28 kWp.

- Se elaboró el Metrado y Presupuesto del Sistema Fotovoltaico obteniendo una inversión total de: S/ 128,237.24.
- Según la Evaluación Económica del VAN/TIR y B/C tendremos un retorno a los 8.2 años de realizada la inversión, y nuestro Beneficio-Costo (B/C) tiene como resultado 1,33 lo cual es aceptable para el proyecto.

## **6.2. RECOMENDACIONES**

- Se deben realizar charlas de energías no convencionales para que tengan conocimiento del tema.
- Dado a que existen muchas zonas que por motivos de acceso no se les puede brindar un Servicio Interconectado; se recomienda realizar estudios de este tipo para brindarles una mejor calidad de vida.
- El mantenimiento del Sistema Fotovoltaico es relativamente bajo; dado a que se debe capacitar al Propietario para realizar algunos mantenimientos preventivos.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1) Agustin Castejon, German Santamaria. instalaciones solares fotovoltaicas. España, s.f.
- 2) Bardales Espino, Jose Leonardo. «“Estudio de Factibilidad para suministrar energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico en el Centro Poblado de Shungun Región Amazonas, 2016”.» Cajamarca, 2016.
- 3) Castejon, Agustin. Instalaciones solares fotovoltaicas. España, 1998.
- 4) Chona Suarez, Raul Alexander. «DISEÑO EXPERIMENTAL DE UN SISTEMA TRADICIONAL DE PANEL SOLAR DE PEQUEÑA ESCALA UBICADA EN BARRANQUILLA.» Barranquilla, 2013.
- 5) Joachin Barrios, Carmencita De los Angeles. «Diseño de un sistema solar fotovoltaico aisado para el suministro de energia electrica ala comunidad Buena Vista, San Marcos.» Guatemala, 2008.
- 6) Lima Solares, Job Lizardo. «Control electronico de un sistema de bombeo de agua accionado por energia solar.» 1997.
- 7) Llauce Chozo , Anthony Joel. «Implementación de sistema fotovoltaico para reducir el consumo de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica en el restaurant el Cruceñito, ubicado en el km 901, carretera Lambayeque – Piura”.» Lambayeque, 2016.
- 8) Maldonado Rodas, Eddi Alberth. «Paneles solares como fuente de energía eléctrica para sistemas de mini riego en producción de hortalizas en el departamento de quiché.» 2011.

- 9) Moran Santamaria, Jorge Maximo. «Análisis y Evaluación para la Viabilidad Técnico Económico en el uso de la Energía Solar Fotovoltaica para el Centro Poblado Cruz de Pañalá – Distrito de Mórrope.» Lambayeque, 2013.
- 10) Muñoz Anticon, Delfor Flavio. «Aplicacion de la energia solar para electrificacion rural en zonas marginales del pais.» Lima, 2005.
- 11) Ponce Carrasco, Rafael Rodrigo Rodrigo, y Diego Augusto Rodriguez Dejo. «Determinacion de la huella del Carbono del Country Club el Bosque sede CHosica.» Lima, 2016.
- 12) SENAMHI. «Atlas de energia solar del Peru.» 2003.
- 13) Velazquez Cespedes, Roberto Andres. «Proyecto de instalacion solar fotovoltaica en el departamento de Ingenieria Electrica de la Uniersidad Santiago de Chile.» tesis, Uniersidad de Santiago de Chile, Santiago-Chile, 2012.

## LINCOGRAFIA

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito\\_de\\_Jayanca](https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Jayanca)
- <http://www.munijayanca.gob.pe/index.php?id=3&itemId=15>
- <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/pirheliometro-80217.html>
- <http://www.kippzonen.es/Product/235/Espira-de-Sombra-CM121B-C>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Hora\\_solar\\_pico](https://es.wikipedia.org/wiki/Hora_solar_pico)
- <http://www.pveducation.org/es/fotovoltaica/promedio-de-la-radiaci%C3%B3n-solar>
- <http://www.sitecnosolar.com/sistema-aislado-con-baterias/>
- <http://www.gesby.net/gesby/classifieds/315/1592/conectar-paneles-solar-en-serie-y-paralelo>
- <http://www.areatecnologia.com/electricidad/Controlador-de-carga-solar.html>
- <https://www.tiendasolar.mx/productos/inversores-solares.html>
- <https://www.lifeder.com/investigacion-aplicada/>
- [https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_solar\\_fotovoltaica](https://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_solar_fotovoltaica)
- <https://tecnicasdelectoescritura.jimdo.com/t%C3%A9cnicas-de-investigaci%C3%B3n/>
- <https://autosolar.pe/paneles-solares>
- <https://autosolar.pe/baterias-solares>
- <https://autosolar.pe/inversores-solares>
- <https://autosolar.pe/controladores-de-carga>
- <https://www.df-sa.es/es/>
- <https://www.accasoftware.com/es/software-calculo-instalacion-fotovoltaica>

# ANEXOS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserio El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 01  
MUJERES : 10

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☐  
LINTERNA ☐  
OTROS ☒

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

Panel Solar

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 04 horas  
TELEVISOR : 02 horas  
RADIO / MINICOMP. : 02 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 01 horas  
REFRIGERADORA : 04 horas  
VENTILADOR : -

Nombre : Marco Antonio Guevara Novoa  
DNI : 2670 8974



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 04  
MUJERES : 02

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☐  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☒  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☐  
LINTERNA ☒  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 03 horas  
TELEVISOR : 03 horas  
RADIO / MINICOMP. : 02 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 02 horas  
REFRIGERADORA : —  
VENTILADOR : —

Nombre : Flordelina Sánchez Saldivar  
DNI : 47457631





UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 02  
MUJERES : 04

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☒

VELAS ☐  
LINTERNA ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál sería su uso diario?

FOCOS : 04 horas  
TELEVISOR : 03 horas  
RADIO / MINICOMP. : 02 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 01 horas  
REFRIGERADORA : -  
VENTILADOR : -

Nombre : Marco Francisco Ugaz Perez  
DNF : 33641194



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 03  
MUJERES : 02

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE	<input checked="" type="checkbox"/>	MATERIAL NOBLE	<input type="checkbox"/>
QUINCHA	<input type="checkbox"/>	MADERA	<input type="checkbox"/>
PIEDRA Y BARRO	<input type="checkbox"/>		

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR	<input checked="" type="checkbox"/>	CASA COMUNAL	<input type="checkbox"/>
MUNICIPIO	<input type="checkbox"/>	COMEDOR	<input type="checkbox"/>
IGLESIA	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS	<input type="checkbox"/>	VELAS	<input type="checkbox"/>
PILAS	<input type="checkbox"/>	LINTERNA	<input checked="" type="checkbox"/>
LAMPARAS	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS	: <u>04 horas</u>	CARGADOR CELULAR	: <u>02 horas</u>
TELEVISOR	: <u>03 horas</u>	REFRIGERADORA	: <u>03 horas</u>
RADIO / MINICOMP.	: <u>02 horas</u>	VENTILADOR	: <u>01 horas</u>
OTROS	:		

Nombre : María Santos Ugaz Perez  
DNF : 33648054



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 02  
MUJERES : 01

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☐  
LINTERNA ☐  
OTROS ☒

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Panel Solar

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 03 horas  
TELEVISOR : 03 horas  
RADIO / MINICOMP. : 02 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 02 horas  
REFRIGERADORA : -  
VENTILADOR : -

Nombre : Jaime Humberto Coronado Asalde  
DNI : 17945507





UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserio El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 03  
MUJERES : 01

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☒  
LINTERNA ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 03 horas  
TELEVISOR : 02 horas  
RADIO / MINICOMP. : 01 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 01 horas  
REFRIGERADORA : 03 horas  
VENTILADOR : -

Nombre: Moisés Fredy Fernández Alfaro

DNI: 16695675



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : —  
MUJERES : —

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☐  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☒

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☐  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☒

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Institución Educativa N° 11242 El Limonar - Jayanca

5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☐  
LINTERNA ☒  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 05 horas

CARGADOR CELULAR : 02 horas

TELEVISOR : 03 horas

REFRIGERADORA : 05 horas

RADIO / MINICOMP. : 03 horas

VENTILADOR : 03 horas

OTROS : Laptop : 03 horas

Elaborado por:

Bach. CABREJOS PISCOYA PAUL ALEXIS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 03  
MUJERES : 02

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☐  
LINTERNA ☒  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál sería su uso diario?

FOCOS : 04 horas  
TELEVISOR : 03 horas  
RADIO / MINICOMP. : 02 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 02 horas  
REFRIGERADORA : 04 horas  
VENTILADOR : 03 horas

Nombre: María Zulema Cruz Ugaz  
DNJ: 40827263





UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 02  
MUJERES : 04

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☐  
LINTERNA ☐  
OTROS ☒

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

Panel Solar

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 04 horas  
TELEVISOR : 02 horas  
RADIO / MINICOMP. : 02 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 01 horas  
REFRIGERADORA : 03 horas  
VENTILADOR : 03 horas

Nombre: Carlo Magno Mori Tomanguilla  
DNI: 33 739 111



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 01  
MUJERES : 02

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☒  
LINTERNA ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 03 horas  
TELEVISOR : 03 horas  
RADIO / MINICOMP. : 01 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 01 horas  
REFRIGERADORA : 02 horas  
VENTILADOR : 02 horas

Nombre : S/N





UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 02  
MUJERES : 01

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☒  
LINTERNA ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 04 horas  
TELEVISOR : 03 horas  
RADIO / MINICOMP. : 02 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 02 horas  
REFRIGERADORA : 04 horas  
VENTILADOR : 02 horas

Nombre: Daniel Vasquez Silva  
DNF: 2775 0343

Elaborado por:  
Bach. CABREJOS PISCOYA PAUL ALEXIS



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 01  
MUJERES : 03

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☒  
LINTERNA ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 03 horas  
TELEVISOR : 01 horas  
RADIO / MINICOMP. : 03 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 01 horas  
REFRIGERADORA : 04 horas  
VENTILADOR : 02 horas

Nombre: Iris Yolanda Samame Vasquez  
DNI : 44346494



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserio El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 02  
MUJERES : 04

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE	<input checked="" type="checkbox"/>	MATERIAL NOBLE	<input type="checkbox"/>
QUINCHA	<input type="checkbox"/>	MADERA	<input type="checkbox"/>
PIEDRA Y BARRO	<input type="checkbox"/>		

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR	<input checked="" type="checkbox"/>	CASA COMUNAL	<input type="checkbox"/>
MUNICIPIO	<input type="checkbox"/>	COMEDOR	<input type="checkbox"/>
IGLESIA	<input type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS	<input type="checkbox"/>	VELAS	<input type="checkbox"/>
PILAS	<input type="checkbox"/>	LINTERNA	<input type="checkbox"/>
LAMPARAS	<input checked="" type="checkbox"/>	OTROS	<input type="checkbox"/>

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS	: <u>03 horas</u>	CARGADOR CELULAR	: <u>02 horas</u>
TELEVISOR	: <u>03 horas</u>	REFRIGERADORA	: <u>03 horas</u>
RADIO/ MINICOMP.	: <u>02 horas</u>	VENTILADOR	: <u>02 horas</u>
OTROS	:		

Nombre: Trinidad Piscoya Ynoñan  
DNI: 42469317





UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 02  
MUJERES : 05

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☐  
LINTERNA ☒  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 04 horas CARGADOR CELULAR : 01 horas  
TELEVISOR : 02 horas REFRIGERADORA : 03 horas  
RADIO / MINICOMP. : 01 horas VENTILADOR : —  
OTROS : —

Nombre: Teodoro Piscoya Santisteban

DNI : 1758 8090



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 01  
MUJERES : 03

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☐  
LINTERNA ☒  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 04 horas  
TELEVISOR : 04 horas  
RADIO / MINICOMP. : 01 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 01 horas  
REFRIGERADORA : 03 horas  
VENTILADOR : 02 horas

Nombres: Teodoro Piscoya Santamaria  
DNI: 175 68090



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 01  
MUJERES : 03

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☒  
LINTERNA ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS	: <u>04 horas</u>	CARGADOR CELULAR	: <u>01 horas</u>
TELEVISOR	: <u>03 horas</u>	REFRIGERADORA	: <u>03 horas</u>
RADIO / MINICOMP.	: <u>01 horas</u>	VENTILADOR	: <u>01 horas</u>
OTROS	:		

Nombre: Luzmila Villegas Bances  
DNI: 48643538





UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



FICHA DE ENCUESTA POR VIVIENDA

1.- DATOS GEOGRAFICOS

DEPARTAMENTO : Lambayeque  
PROVINCIA : Lambayeque  
DISTRITO : Jayanca  
LOCALIDAD : Caserío El Limonar

2.- NUMERO DE HABITANTES POR VIVIENDA

HOMBRES : 02  
MUJERES : 03

3.- MATERIAL DE VIVIENDA

ADOBE ☒  
QUINCHA ☐  
PIEDRA Y BARRO ☐

MATERIAL NOBLE ☐  
MADERA ☐

4.- TIPO DE VIVIENDA

DOMICILIAR ☒  
MUNICIPIO ☐  
IGLESIA ☐

CASA COMUNAL ☐  
COMEDOR ☐  
OTROS ☐

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":



5.- ILUMINACION Y USO DE ENERGIA

- ¿Cuál de los siguientes objetos utiliza Ud. para alumbrarse?

MECHEROS ☐  
PILAS ☐  
LAMPARAS ☐

VELAS ☐  
LINTERNA ☐  
OTROS ☒

DESCRIBIR EN CASO MARCO "OTROS":

Panel Solar

Escriba aquí la ecuación.

- Si tuviera los siguientes equipos electrodomesticos, ¿Cuál seria su uso diario?

FOCOS : 03 horas  
TELEVISOR : 02 horas  
RADIO / MINICOMP. : 01 horas  
OTROS :

CARGADOR CELULAR : 01 horas  
REFRIGERADORA : 04 horas  
VENTILADOR : 02 horas

Nombre: Francisco Bances Cajusol  
DNI: 16742248



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



**PADRON DE USUARIOS.**

**LOCALIDAD** : EL LIMONAR  
**DISTRITO** : JAYANCA  
**PROVINCIA** : LAMBAYEQUE  
**DEPART.** : LAMBAYEQUE  
**ELABORADO** : Bach. PAUL ALEXIS CABREJOS PISCOYA

ITEM	NOMBRE Y APELLIDOS DEL USUARIO	N° DE LOTE	N° HABIT.	TIPO CARGA	TIPO DE MATERIAL DEL PREDIO	Tipo y numero de documento de identidad	
1	MARCO ANTONIO GUEVARA NOVOA	01	11	VIVIENDA	ADOBE	DNI	26708974
2	FLORDELINA SANCHEZ SALDIVAR	02	6	VIVIENDA	MAT. NOBLE	DNI	47457631
3	MARCO FRANCISCO UGAZ PEREZ	03	6	VIVIENDA	ADOBE	DNI	33641194
4	MARIA SANTOS UGAZ PEREZ	04	5	VIVIENDA	ADOBE	DNI	33648054
5	JAIME HUMBERTO CORONADO ASALDE	05	3	VIVIENDA	ADOBE	DNI	17945507
6	MOISES FREDY FERNANDEZ ALFARO	06	4	VIVIENDA	ADOBE	DNI	16695675
7	INSTITUCION EDUCATIVA N° 11242 EL LIMONAR	07		CARGA ESP.	MADERA	DNI	-
8	MARIA ZULEMA CRUZ UGAZ	08	5	VIVIENDA	ADOBE	DNI	40827263
9	CARLO MAGNO MORI TOMANGUILLA	09	6	VIVIENDA	ADOBE	DNI	33739111
10	SIN DATOS	10	3	VIVIENDA	ADOBE	DNI	-
11	DANIEL VASQUE SILVA	11	3	VIVIENDA	ADOBE	DNI	27750343
12	IRIS YOLANDA SAMAME VASQUEZ	12	4	VIVIENDA	ADOBE	DNI	44346494
13	TRINIDAD PISCOYA YNOÑAN	13	6	VIVIENDA	ADOBE	DNI	42469317
14	TEODORO PISCOYA SANTISTEBAN	14	7	VIVIENDA	ADOBE	DNI	17568090
15	TEUDORO PISCOYA SANTISTEBAN	15	4	VIVIENDA	ADOBE	DNI	17568090
16	LUZMILA VILLEGAS BANCES	16	4	VIVIENDA	ADOBE	DNI	48643538
17	FRANCISCO BANCES CAJUSOL	17	5	VIVIENDA	ADOBE	DNI	16742248

ADOBE	15.0
MAT. NOBLE	1.0
QUINCHA	0.0
MADERA	1.0
PIEDRA	0.0

TOTAL DE VIV.	16.0
TOTAL CARG. ESP	1.0
TOTAL DE HAB.	82



### SPECIFICATIONS

Dimensions	1640 x 992 x 35 mm 1640 x 992 x 40 mm 1640 x 992 x 45 mm
Weight	17.75 kg
Frame	Aluminium hollow-chamber frame on each side
Glass	Low-iron and tempered glass 3.2 mm
Cells	60 pcs multicrystalline Si-cells (156 x 156 mm)
Cell Embedding	EVA
Back-Foil	FEVE / PET / FEVE
Junction Box	TÜV certified
Cable	4 mm <sup>2</sup> solar cable 2 x 900 mm
Temperature Range	-40°C ... +85°C
Load Capacity	2400 Pa(IEC 61215), 35mm 5400 Pa(IEC 61215), 45mm
Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C
Product Warranty	10 years
Power Guarantee	10 years 90% 25 years 80%

### CHARACTERISTICS

Max. System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient $I_{SC}$	+0.08558%/°K
Temperature-Coefficient $V_{OC}$	-0.29506%/°K
Temperature-Coefficient $P_{MPP}$	-0.38001%/°K
NOCT***	45°C

### CERTIFICATES

IEC 61215 edition 2 (TÜV Nord)  
(TÜV Rheinland)

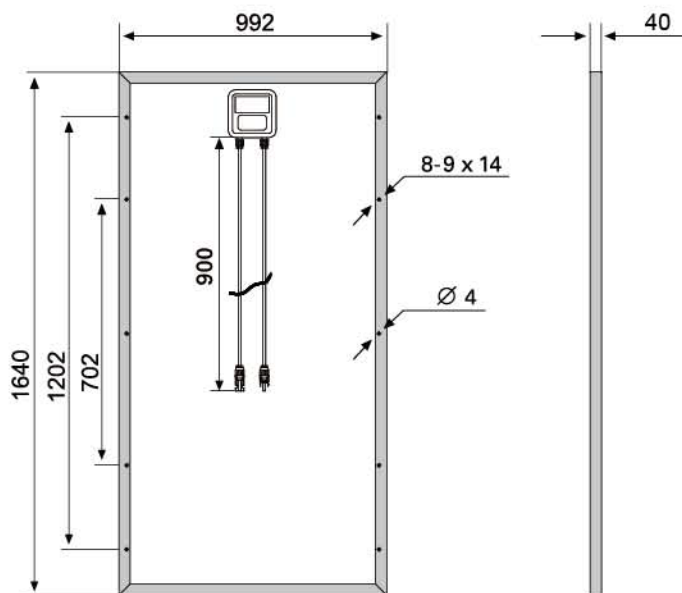
IEC 61730 MCS INMETRO

CE CEC SALT-MIST

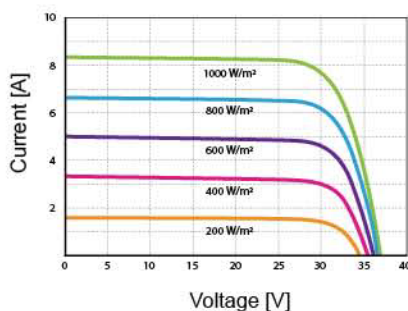
PID Resistant

### INSURANCE

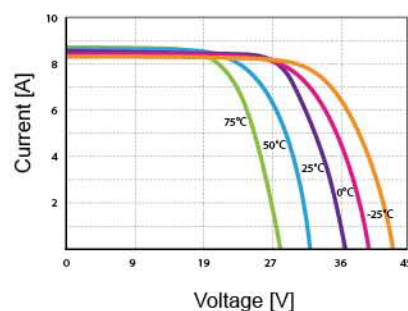
Chubb



### CURRENT-VOLTAGE CURVES



Module characteristics at constant module temperatures of 25°C and variable levels of irradiance



Module characteristics at variable module temperatures and constant module irradiance of 1.000 W/m²

ESPMC TYPE	250	255	260	265	270
Power Class	250W	255W	260W	265W	270W
Max. Power Voltage ( $V_{MPP}$ )* at STC**	30.9V	31.15V	31.35V	31.6V	31.8V
Max. Power Current ( $I_{MPP}$ ) at STC	8.1A	8.19A	8.3A	8.4A	8.5A
Open Circuit Voltage ( $V_{OC}$ ) at STC	36.6V	36.8V	37V	37.2V	37.4V
Short Circuit Current ( $I_{SC}$ ) at STC	8.75A	8.81A	8.92A	9.03A	9.14A
Module Efficiency	15.3 %	15.6 %	16 %	16.2 %	16.5 %

\* MPP: Maximum Power Point

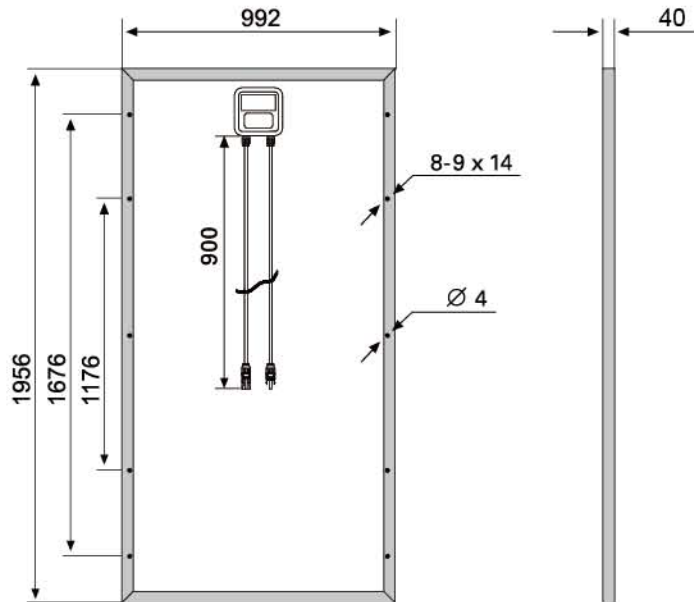
\*\* STC (Standard Test Conditions): 1000W/m², 25°C, AM 1.5

\*\*\* Normal Operating Cell Temperature

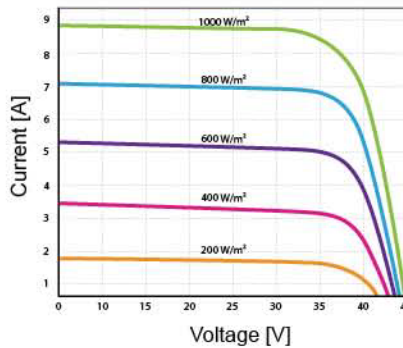


### SPECIFICATIONS

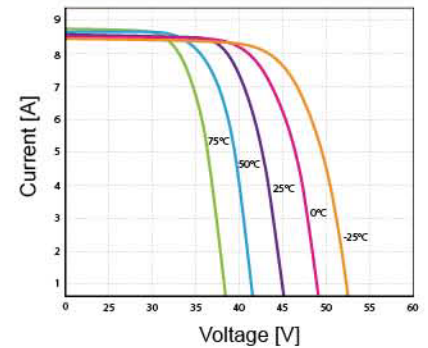
Dimensions	1956 x 992 x 35 mm 1956 x 992 x 40 mm 1956 x 992 x 45 mm
Weight	20.9 kg
Frame	Aluminium hollow-chamber frame on each side
Glass	Low-iron and tempered glass 3.2 mm
Cells	72 pcs multi-crystalline Si-cells (156 x 156 mm)
Cell Embedding	EVA
Back-Foil	FEVE / PET/ FEVE
Junction Box	
Cable	4 mm <sup>2</sup> solar cable 2 x 900 mm
Temperature Range	-40°C ... +85°C
Load Capacity	5400 Pa
Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C
Product Warranty	10 years
Power Guarantee	10 years 90% 25 years 80%



### CURRENT-VOLTAGE CURVES



Module characteristics at constant module temperatures (25°C) and different levels of irradiance.



Module characteristics at different module temperatures and constant module irradiance (1.000 W/m<sup>2</sup>).

### CHARACTERISTICS

Max. System Voltage	1000V/DC
Temperature- sc	+0.08558%/°K
Temperature- V <sub>oc</sub>	-0.29506%/°K
Temperature- mpp	-0.38001%/°K
NOCT***	45°C

### CERTIFICATES

IEC 61215 edition 2 (TÜV Nord)  
IEC 61730 MCS INMETRO  
CE CEC SALT-MIST  
PID Resistant

### INSURANCE

Chubb

ESPMC TYPE	300	305	310	315	320	325
Power Class	300W	305W	310W	315W	320W	325W
Max. Power Voltage (V <sub>mpp</sub> )* at STC**	37V	37.15V	37.3V	37.5V	37.65V	37.8V
Max. Power Current (I <sub>mpp</sub> ) at STC	8.1A	8.21A	8.31A	8.4A	8.5A	8.6A
Open Circuit Voltage (V <sub>oc</sub> ) at STC	44.8V	44.95V	45.1V	45.3V	45.45V	45.6V
Short Circuit Current (I <sub>sc</sub> ) at STC	8.7A	8.8A	8.9A	9A	9.1A	9.2A
Module Efficiency	15.5 %	15.7 %	16 %	16.2 %	16.5 %	16.8 %

\* MPP: Maximum Power Point

\*\* STC (Standard Test Conditions): 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5

\*\*\* Normal Operating Cell Temperature







Modelo: PC1500B-60DU

PC1500B Series  
PWM - Regulador carga solar

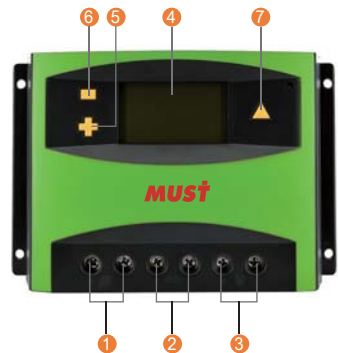
Características:

- En intensidades 10A 20A 30A 40A 50A 60A.
- Pantalla LCD de fácil lectura.
- Operación sencilla por botones.
- Detección automática de voltaje del sistema.
- Algoritmo carga inteligente PWM.
- Protección ajustable carga-descarga.
- Compensación automática por temperatura.
- Selección de tecnología de batería.
- Protección de corriente inversa de batería.
- Desconexión de batería por bajo voltaje (LVD).
- Protección polaridad invertida en batería.
- Protección por sobre-voltaje.
- Puertos para carga USB en modelos hasta 40A.

Introducción:

Este regulador solar de carga y descarga inteligente tiene una interfaz sencilla y visual gracias a su pantalla LCD de grandes dimensiones. Muchos parámetros de control se pueden ajustar con gran flexibilidad en función de nuestros requisitos.

LCD Información Display



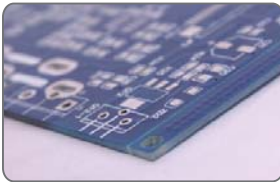
- 1. Terminal positivo fotovoltaico
- Terminal negativo fotovoltaico
- 2. Terminal positivo batería
- Terminal negativo batería
- 3. Terminal carga CC positivo
- Terminal carga CC negativo
- 4. Pantalla LCD

Nº	Pulsación	Función
5.	Corta	Siguiente visualización; Incremento mientras está en ajustes
	Larga ( ≥3 s)	Incremento continuo mientras está en ajustes
6.	Corta	Visualización previa; Decremento mientras está en ajustes
	Larga ( ≥3 s)	Decremento continuo mientras está en ajustes
7.	Corta	Interruptor consumos CC; Entrar configuración / guardar
	Larga ( ≥3 s)	Entrar/salir menú secundario

Detalles internos



Estabilidad, gran eficiencia, integración



Diseño de circuitería optimizado

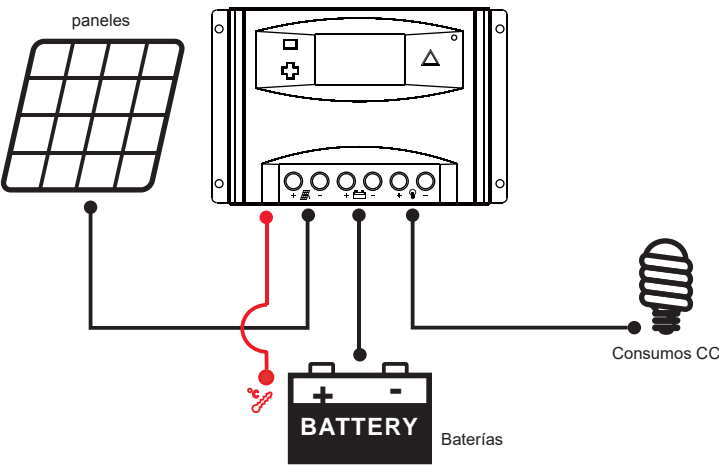


SCM Diseño robusto y fiable

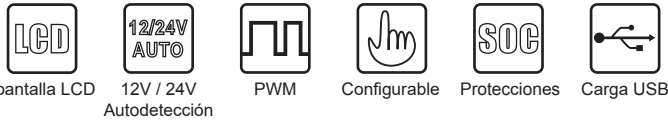


Materiales de gran calidad

Conexión al sistema solar:



Funciones:



PC1500B SERIES Controladores



Modelos: PC1500B-10 y 20A



Voltaje trabajo:12-24V Auto-detección  
Corriente carga: 10A y 20A  
Puertos USB: 5V, 1A x 2  
Tamaño LCD: 2.2"



Modelos: PC1500B-30 y 40A



Voltaje trabajo:12-24V Auto-detección  
Corriente carga: 30A y 40A  
Puertos USB: 5V, 1A x 2  
Tamaño LCD: 2.2"



Modelos: PC1500B-50D / 5048D

Voltaje:12-24V Auto-detección y modelo 48V  
Corriente carga: 50A  
Tamaño LCD: 2.6"



Modelos: PC1500B-60D / 6048D

Voltaje:12-24V Auto-detección y modelo 48V  
Corriente carga: 60A  
Tamaño LCD: 2.6"

Aplicación



Sistemas portátiles,  
embarcaciones & recreo



Aislada  
sistema solar casero



Granja solar de generación

Modelo		PC1500B-10-20		PC1500B-30-40		PC1500B-50-60		PC1500B-6048D		
Entrada	Voltaje FV	≤50V						≤100V		
	Intensidad nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A	50A	60A	
Salida	Voltaje sistema	12/24V Auto						48V		
	Desconexión por alto voltaje	16.00V x 1/ x 2/ x 3/ x 4 ( 0.5V )								
	Intensidad descarga nominal	10A	20A	30A	40A	50A	60A	50A	60A	
	Autoconsumo	≤13mA						≤25mA		
	Caída de tensión circuito carga	≤0.24V						≤0.25V		
	Caída de tensión circuito descarga	≤0.10V						≤0.10V		
	Modo de carga	PWM 4-etapas carga, absorción, flotación, ecualización								
	Voltaje Carga Flotación	13.8V (13V~15V ) x 1/ x 2/ x 3/ x 4								
	Voltaje Carga Absorción	2 horas duración	14.4V (13V~15V ) x 1/ x 2/ x 3/ x 4							
	Voltaje Carga Ecualización		14.6V (13V~15.5V ) x 1/ x 2/ x 3/ x 4							
	Protección Bajo Voltaje	10.7V (10V~14V ) x 1/ x 2/ x 3/ x 4								
	Reconexión Bajo Voltaje	12.6V (10V~14V ) x 1/ x 2/ x 3/ x 4								
	Salida USB	5V, 1A x2					No tiene			
Características físicas	Sección cableado	≤6mm²		≤16mm²		≤16mm²		≤16mm²		
	Temperatura trabajo	-20°C~55°C								
	Tamaño (L x W x H)	188 x 95 x 46.5mm				196 x 111 x 54mm				
	Peso neto	355g				407g				

# Inversores Phoenix

250VA – 1200VA 230V y 120V, 50Hz o 60Hz

[www.victronenergy.com](http://www.victronenergy.com)



Phoenix 12/375 VE.Direct



Phoenix 12/375 VE.Direct



## Puerto de comunicación VE.Direct

El puerto VE.Direct puede conectarse a:

- Un ordenador (se necesita un cable de interfaz VE.Direct a USB)
- Smartphones Apple y Android, tabletas, mackbooks y demás dispositivos (se necesita una mochila VE.Direct a Bluetooth Smart)

Totalmente configurable:

- Niveles de disparo de la alarma y restablecimiento por tensión baja de la batería.
- Niveles de desconexión y reinicio por tensión baja de la batería.
- Desconexión dinámica: nivel de desconexión dependiente de la carga
- Tensión de salida 210 - 245V
- Frecuencia 50 Hz o 60 Hz
- On/off del modo ECO y sensor de nivel del modo ECO

Seguimiento:

- Tensión y corriente de entrada/salida, % de carga y alarmas

## Fiabilidad probada

La topología de puente completo más transformador toroidal ha demostrado su fiabilidad a lo largo de muchos años.

Los inversores están a prueba de cortocircuitos y protegidos contra el sobrecalentamiento, ya sea debido a una sobrecarga o a una temperatura ambiente elevada.

## Alta potencia de arranque

Necesaria para arrancar cargas como convertidores para lámparas LED, halógenas o herramientas eléctricas.

## Modo ECO

En modo ECO, el inversor se pondrá en espera cuando la carga descienda por debajo de un valor predeterminado (carga mínima: 15W). Una vez en espera, el inversor se activará brevemente (ajustable; por defecto: cada 2,5 segundos). Si la carga excede el nivel predeterminado, el inversor permanecerá encendido.

## Interruptor on/off remoto

Se puede conectar un interruptor On/Off remoto a un conector bifásico o entre el positivo de la batería y el contacto de la izquierda del conector bifásico.

## Diagnóstico LED

Por favor, consulte el manual para obtener su descripción.

## Para transferir la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

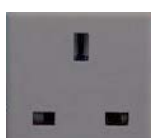
Para nuestros inversores de menor potencia recomendamos nuestro conmutador de transferencia automático Filax. El tiempo de conmutación del "Filax" es muy corto (menos de 20 milisegundos), de manera que los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción.

## Disponible con tres tomas de corriente distintas

Schuko



UK



AU/NZ



EC-320  
(enchufe macho incluido)



Nema 5-15R



## Bornes de tornillo

No se necesitan herramientas especiales para su instalación

Inversor Phoenix	12 voltios 24 voltios 48 voltios	12/250 24/250 48/250	12/375 24/375 48/375	12/500 24/500 48/500	12/800 24/800 48/800	12/1200 24/1200 48/1200
Potencia cont a 25°C (1)		250VA	375VA	500VA	800VA	1200VA
Potencia cont. a 25°C / 40°C		200 / 175W	300 / 260W	400 / 350W	650 / 560W	1000 / 850W
Pico de potencia		400W	700W	900W	1500W	2200W
Tensión / frecuencia CA de salida (ajustable)		230VCA o 120VCA +/- 3% 50Hz o 60Hz +/- 0,1%				
Rango de tensión de entrada		9,2 - 17 / 18,4 - 34,0 / 36,8 - 62,0V				
Desconexión por CC baja (ajustable)		9,3 / 18,6 / 37,2V				
Dinámica (dependiente de la carga)		Desconexión dinámica, ver				
Desconexión por CC baja (totalmente ajustable)		<a href="https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff">https://www.victronenergy.com/live/ve.direct:phoenix-inverters-dynamic-cutoff</a>				
Reinicio y alarma por CC baja (ajustable)		10,9 / 21,8 / 43,6V				
Detector de batería cargada (ajustable)		14,0 / 28,0 / 56,0V				
Eficacia máx.		87 / 88 / 88%	89 / 89 / 90%	90 / 90 / 91%	90 / 90 / 91%	91 / 91 / 92%
Consumo en vacío		4,2 / 5,2 / 7,9W	5,6 / 6,1 / 8,5W	6 / 6,5 / 9W	6,5 / 7 / 9,5W	7 / 8 / 10W
Consumo en vacío predeterminado en modo ECO (Intervalo de reintento: 2,5 s, ajustable)		0,8 / 1,3 / 2,5W	0,9 / 1,4 / 2,6W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0W	1 / 1,5 / 3,0
Ajuste de potencia de parada y arranque en modo ECO		Ajustable				
Protección (2)		a - f				
Rango de temperatura de trabajo		-40 to +65°C (refrigerado por ventilador) (reducción de potencia del 1,25% por cada °C por encima de 25°C)				
Humedad (sin condensación)		máx. 95%				
CARCASA						
Material y color		Chasis de acero y carcasa de plástico (azul RAL 5012)				
Conexión de la batería		Bornes de tornillo				
Sección de cable máxima:		10mm² / AWG8	10mm² / AWG8	10mm² / AWG8	25/10/10mm² / AWG4/8/8	35/25/25 mm² / AWG 2/4/4
Tomas de corriente CA estándar		230V: Schuko (CEE 7/4), IEC-320 (enchufe macho incluido) UK (BS 1363), AU/NZ (AS/NZS 3112) 120V: Nema 5-15R				
Tipo de protección		IP 21				
Peso		2,4kg / 5,3lbs	3,0kg / 6,6lbs	3,9kg / 8,5lbs	5,5kg / 12lbs	7,4kg / 16,3lbs
Dimensiones (al x an x p en mm.) (al x an x p, pulgadas)		86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 165 x 260 3,4 x 6,5 x 10,2	86 x 172 x 275 3,4 x 6,8 x 10,8	105 x 216 x 305 4,1 x 8,5 x 12,1 (12V modelo: 105 x 230 x 325)	117 x 232 x 327 4,6 x 9,1 x 12,9 (12V modelo: 117 x 232 x 362)
ACCESORIOS						
On/Off remoto		Sí				
Conmutador de transferencia automático		Filax				
ESTÁNDARES						
Seguridad		EN-IEC 60335-1 / EN-IEC 62109-1				
EMC		EN 55014-1 / EN 55014-2 / IEC 61000-6-1 / IEC 61000-6-2 / IEC 61000-6-3				
Directiva de automoción		ECE R10-4				
1) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) ondulación CC demasiado alta						



#### Alarma de batería

Indica que la tensión está demasiado alta o demasiado baja por medio de una alarma visual y sonora y de un relé de señalización remota



#### Mochila VE.Direct a Bluetooth Smart (Debe pedirse por separado)



#### Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.



# Inversor/cargador MultiPlus

800VA - 5kVA

compatibles con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



**MultiPlus**  
24/3000/70



**MultiPlus Compact**  
12/2000/80

## Dos salidas CA

La salida principal dispone de la función "no-break" (sin interrupción). El MultiPlus se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la red eléctrica/generador. Esto ocurre tan rápidamente (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción. La segunda salida sólo está activa cuando una de las entradas del MultiPlus tiene alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo (segunda salida disponible en modelos con una capacidad nominal de 3kVA o más).

## Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 Multis pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/5000/120, por ejemplo, darán una potencia de salida de 25 kW/30 kVA y una capacidad de carga de 720 amperios.

## Capacidad de funcionamiento trifásico

Además de la conexión en paralelo, se pueden configurar tres unidades del mismo modelo para una salida trifásica. Pero eso no es todo: se pueden conectar en paralelo hasta 6 juegos de tres unidades que proporcionarán una potencia de salida de 75 kW / 90 kVA y más de 2000 amperios de capacidad de carga.

## PowerControl – Potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

El MultiPlus es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la red del pantalán (casi 10 A por cada Multi de 5kVA a 230 VCA). En el Panel Multi Control puede establecerse una corriente máxima proveniente del generador o del pantalán. El MultiPlus tendrá se hará cargo de otras cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga, evitando así sobrecargar el generador o la toma de puerto.

## PowerAssist – Aumento de la capacidad eléctrica de la toma de puerto o del generador

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión. Permite que el MultiPlus complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, el MultiPlus compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente de la red o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

## Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El MultiPlus puede utilizarse en sistemas PV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

## Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

## Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Battery Monitor, Multi Control Panel, Ve.Net Blue Power panel, Color Control panel, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

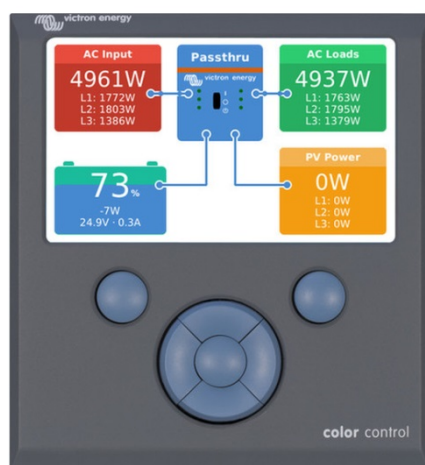
## Seguimiento y control a distancia

Victron Ethernet Remote, Venus GX y el Color Control Panel.

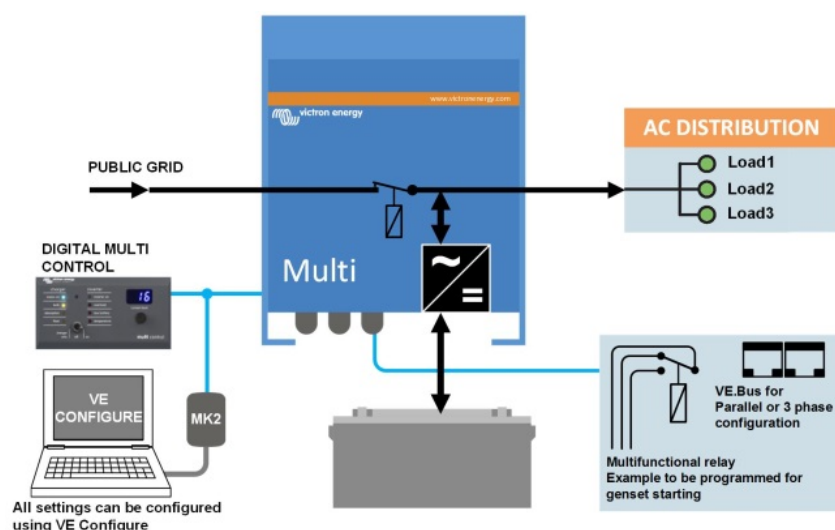
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

## Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con un panel Color Control si está conectado a Ethernet.



**Panel Color Control con una aplicación FV**



MultiPlus	12 voltios 24 voltios 48 voltios	C 12/800/35 C 24/ 800/16	C 12/1200/50 C 24/1200/25	C 12/1600/70 C 24/1600/40	C 12/2000/80 C 24/2000/50	12/3000/120 24/3000/70 48/3000/35	24/5000/120 48/5000/70
PowerControl		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
PowerAssist		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Conmutador de transferencia (A)		16	16	16	30	16 ó 50	100
INVERSOR							
Rango de tensión de entrada (VCC)	9,5 – 17V    19 – 33V    38 – 66V						
Salida	Tensión de salida: 230 VAC ± 2%    Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%    (1)						
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	800	1200	1600	2000	3000	5000	
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	700	1000	1300	1600	2400	4000	
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	650	900	1200	1400	2200	3700	
Potencia cont. de salida a 65°C (W)	400	600	800	1000	1700	3000	
Pico de potencia (W)	1600	2400	3000	4000	6000	10,000	
Eficacia máxima (%)	92 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94 / 95	94 / 95	
Consumo en vacío (W)	8 / 10	8 / 10	8 / 10	9 / 11	20 / 20 / 25	30 / 35	
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	5 / 8	5 / 8	5 / 8	7 / 9	15 / 15 / 20	25 / 30	
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	2 / 3	2 / 3	2 / 3	3 / 4	8 / 10 / 12	10 / 15	
CARGADOR							
Entrada CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA    Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz    Factor de potencia: 1						
Tensión de carga de 'absorción' (V CC)	14,4 / 28,8 / 57,6						
Tensión de carga de "flotación" (V CC)	13,8 / 27,6 / 55,2						
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4 / 52,8						
Corriente de carga batería auxiliar (A) (4)	35 / 16	50 / 25	70 / 40	80 / 50	120 / 70 / 35	120 / 70	
Corriente de carga de la batería de arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V))						
Sensor de temperatura de la batería	Sí						
GENERAL							
Salida auxiliar (5)	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Sí (16A)	Sí (25A)	
Relé programable (6)	Sí						
Protección (2)	a – g						
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema						
Puerto de comunicaciones de uso general	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	Sí	Sí	
On/Off remoto	Sí						
Características comunes	Rango de temp. de trabajo: -40 a + 65°C (refrigerado por aire)    Humedad (sin condensación): máx 95%						
CARCASA							
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012)    Categoría de protección: IP 21						
Conexión de la batería	cables de batería de 1,5 metros			Pernos M8	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)		
Conexión 230 V CA	Conector G-ST18i			Abrazadera de resorte	Bornes de tornillo de 13 mm² (6 AWG)		
Peso (kg)	10	10	10	12	18	30	
Dimensiones (al x an x p en mm.)	375x214x110			520x255x125	362x258x218	444x328x240	
ESTÁNDARES							
Seguridad	EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, IEC 62109-1						
Emisiones / Inmunidad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3						
Vehículos de carretera	Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4						
Anti-isla	Visite nuestra página web						
1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita 2) Claves de protección: a) cortocircuito de salida b) sobrecarga c) tensión de la batería demasiado alta d) tensión de la batería demasiado baja h) temperatura demasiado alta f) 230 VCA en la salida del inversor g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta 3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 4) A 25 ° C de temperatura ambiente 5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, en alarma general, subtensión CC o señal de arranque/parada del generador Capacidad nominal CA 230V/4A Capacidad nominal CC 4A hasta 35VCC, 1A hasta 60VCC							



#### Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



#### Panel Blue Power

Se conecta a un Multi o a un Quattro y a todos los dispositivos VE.Net, en particular al controlador de baterías VE.Net. Representación gráfica de corrientes y tensiones.

#### Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



#### Color Control GX

Proporciona monitorización e control, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).



#### Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure](#))

#### Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marinha NMEA2000. Consulte o [guia de integração NMEA2000 e MFD](#)



#### Monitor de baterías BMV-700

El monitor de baterías BMV-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar con exactitud el estado de la carga de la batería. El BMV-700 muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería. Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

UC172-12



Physical Specification

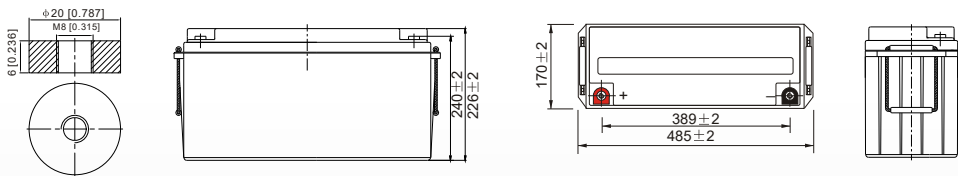
Table with 2 columns: Specification Name, Value. Rows include Part Number (UC172-12), Length (485 ± 2 mm), Width (170 ± 2 mm), Container Height (240 ± 2 mm), Total Height (240 ± 2 mm), and Approx Weight (Approx 43.5kg).

Specifications

Table with 3 columns: Specification Name, Specification Value, Specification Value. Rows include Normal Voltage (12V), Normal Capacity (172.0AH), Terminal Type (Standard/Optional), Container Material (Standard/Flame Retardant), Rated Capacity (multiple rows for different discharge rates), Max Discharge Current (1500A), Internal Resistance (Approx 2.5mΩ), Discharge Characteristics (Operating Temp, Nominal Operating Temp, Cycle/Standby Use, Capacity affected by Temperature), Design Floating Life (12 Years), and Self Discharge.

Dimensions

F11 Terminal



ALL DATA IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE



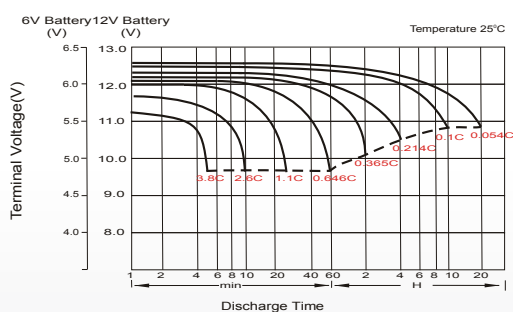
### Constant Current Discharge (Amperes) at 25°C (77°F)

F.V/Time	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.85V/cell	219.6	184.8	161.5	116.2	92.3	74.9	46.5	36.3	29.4	23.9	20.8	17.0	14.2	7.97
1.80V/cell	280.6	223.3	190.9	137.1	107.3	83.9	50.8	39.0	31.4	25.6	22.3	18.0	15.0	8.04
1.75V/cell	308.3	243.9	205.3	142.3	111.4	87.8	52.7	39.8	32.1	26.3	23.0	18.3	15.2	8.12
1.70V/cell	336.1	260.4	215.8	148.2	115.8	90.5	54.8	40.9	32.9	27.0	23.4	18.6	15.3	8.27
1.65V/cell	362.7	276.9	229.2	156.3	118.7	93.6	56.3	42.6	34.1	27.7	23.9	18.9	15.6	8.37
1.60V/cell	393.8	296.1	244.2	165.0	123.8	96.9	58.2	43.9	35.1	28.6	24.5	19.1	15.8	8.42

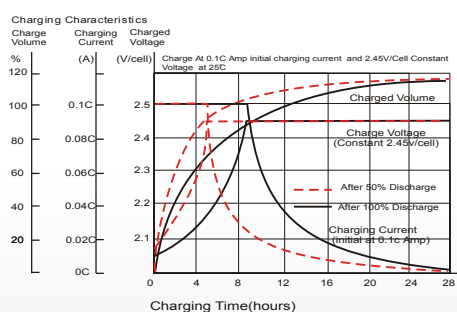
### Constant Power Discharge (Watts) at 25°C (77°F)

F.V/Time	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	20h
1.85V/cell	409.8	348.4	307.7	223.3	178.5	145.4	90.7	70.9	57.5	46.9	41.1	33.6	28.0	15.9
1.80V/cell	516.6	414.7	358.2	260.3	205.9	161.9	98.3	75.9	61.1	50.2	44.0	35.6	29.7	16.1
1.75V/cell	560.6	448.6	382.2	268.9	212.7	168.7	101.7	77.1	62.4	51.4	45.1	36.2	30.0	16.2
1.70V/cell	602.5	475.4	399.4	278.8	220.6	173.6	105.5	79.0	63.9	52.6	46.0	36.7	30.2	16.5
1.65V/cell	645.6	502.2	422.3	292.8	225.2	178.8	108.1	82.2	65.9	54.0	46.9	37.2	30.8	16.7
1.60V/cell	689.0	530.7	445.2	306.0	232.6	183.7	111.1	84.3	67.7	55.5	47.8	37.5	31.1	16.8

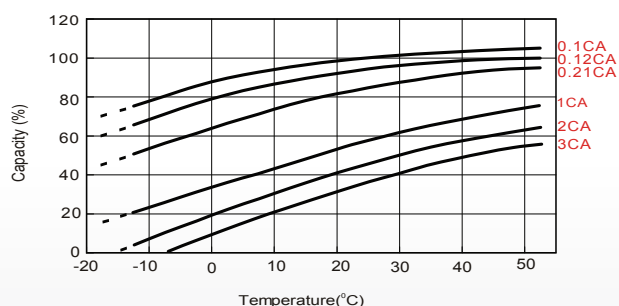
### Discharge Characteristics



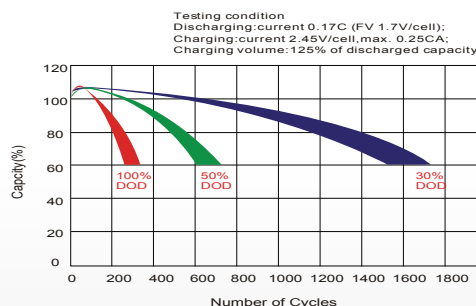
### Charging Characteristics (cycle use)



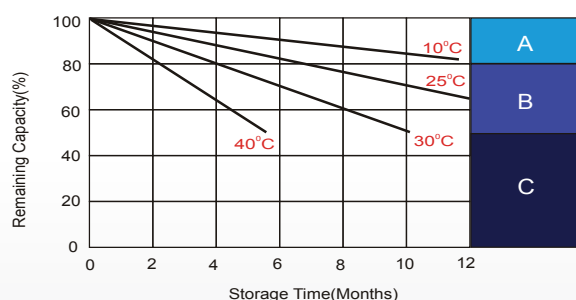
### Temperature Effects in Relation to Battery Capacity



### Cycle Life in Relation to Depth of Discharge



### Self Discharge Characteristics



- A** No supplementary charge required  
(Carry out supplementary charge before use if 100% capacity is required.)
- B** Supplementary charge required before use. Optional charging way as below:
  - Charged for above 3 days at limited current 0.25CA and constant voltage 2.25V/cell.
  - Charged for above 20 hours at limited current 0.25CA and constant voltage 2.45V/cell.
  - Charged for 8~10 hours at limited current 0.05CA.
- C** Supplementary charge may often fail to recover the capacity.  
The battery should never be left standing till this is reached.

ALL DATA IS SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE

## FREETOX NH-80

### Usos

Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados en los cuales ante un incendio, las emisiones de gases tóxicos, corrosivos y la emisión de humos oscuros, pone en peligro la vida y destruye equipos eléctricos y electrónicos, como, por ejemplo, edificios residenciales, oficinas, plantas industriales, cines, discotecas, teatros, hospitales, aeropuertos, estaciones subterráneas, etc.

En caso de incendio aumenta la posibilidad de sobre vivencia de las posibles víctimas al no respirar gases tóxicos y tener una buena visibilidad para el salvamento y escape del lugar. Generalmente se instalan en tubos conduit.

### Descripción

Conductor de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado. Aislamiento de compuesto termoplástico no halogenado HFFR.

### Características

Es retardante a la llama, baja emisión de humos tóxicos y libre de halógenos.

### Marca

INDECO S.A. FREETOX NH-80 450/750 V <Sección> <Año> <Metrado Secuencial>

### Calibres

1.5 mm<sup>2</sup> - 300 mm<sup>2</sup>

### Embalaje

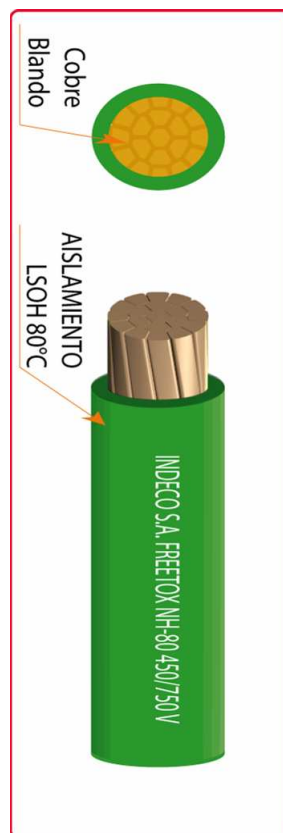
De 1.5 a 10 mm<sup>2</sup>, en rollos estándar de 100 metros.

De 16 a 300 mm<sup>2</sup>, en carretes de madera.

### Colores

De 1.5 a 10 mm<sup>2</sup>: blanco, negro, rojo, azul, amarillo, verde y verde / amarillo.

Mayores de 10 mm<sup>2</sup> sólo en color negro <sup>(1)</sup>.



### Norma(s) de Fabricación

NTP 370.252

**Tensión de servicio**

450/750 V

**Temperatura de operación**

80°C

<sup>(1)</sup> A solicitud del cliente se puede cambiar de color.

## TABLA DE DATOS TECNICOS NH - 80

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm <sup>2</sup>		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

(\*) TEMPERATURA AMBIENTE 30°C.

NO MAS DE TRES CONDUCTORES POR DUCTO.



# FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES & BASES PORTAFUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS





04

**gPV**  
CIL  
fusibles



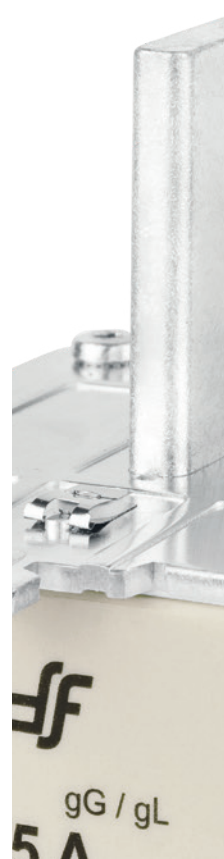
06

**gPV**  
NH  
1000V DC  
fusibles



08

**gPV**  
NH XL  
1500V DC  
fusibles



10

**gG/GL**  
NH  
800V AC  
fusibles



11

**PMX**  
CIL  
portafusibles





## CIL gPV CILINDRICOS fusibles









Los fusibles cilíndricos gPV 10x85 y 10/14x85 DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.200/1.500V DC.

Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Para estos fusibles recomendamos la utilización de bases portafusibles PML.



	
U	1500V DC
PODER DE CORTE	30kA
NORMAS	
U	1200V DC
PODER DE CORTE	10kA
NEUTRO	

I <sub>n</sub> (A)	REFERENCIA	EMBALAJE Uni /CAJA
2	<b>492202</b> 	10/50/1000
4	<b>492205</b> 	10/50/1000
6	<b>492210</b> 	10/50/1000
8	<b>492215</b> 	10/50/1000
10	<b>492220</b> 	10/50/1000
12	<b>492225</b> 	10/50/1000
15	<b>492229</b> 	10/50/1000
16	<b>492230</b> 	10/50/1000
20	<b>492235</b>	10/50/1000
25	<b>492240</b>	10/50/1000
<b>431010</b>		10/50/1000



492240

	
U	1500V DC
PODER DE CORTE	10kA

20	<b>492250</b>	10/480
25	<b>492255</b>	10/480
30	<b>492260</b>	10/480
32	<b>492262</b>	10/480



492262

### NORMAS

IEC 60269-1  
IEC 60269-6  
UL 248-19

### DIMENSIONES

PAG 20   
PAG 21 

### CARACTERISTICAS t-I

PAG 20   
PAG 21 

### COEFICIENTE REDUCCION TEMPERATURA AMBIENTE

PAG 43

### COMPATIBLE PORTAFUSIBLES PML

PAG 12

### COMPATIBLE CONTACTO PINZA FUSIBLES Ø10

PAG 13

## NH gPV NH 1000V DC fusibles









Los cartuchos fusibles de cuchilla NH gPV para instalaciones fotovoltaicas de DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección, en arrays, sub-arrays o en la entrada DC de los inversores de las instalaciones fotovoltaicas.

Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19), con una corriente mínima de fusión de 1,35·In. Están contruidos con cuerpo de cerámica de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en cobre o latón plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de la bases NH modelo ST de 1000VDC.



NH1	
U	1000V DC
PODER DE CORTE	30kA
NORMAS	UL

In (A)	REFERENCIA	EMBALAJE Uni /CAJA
25	373210 	1/30
32	373215 	1/30
40	373225 	1/30
50	373230 	1/30
63	373235 	1/30
80	373240 	1/30
100	373245 	1/30
125	373250 	1/30
160	373255	1/30
200	373260	1/30



373250


NH2	
U	1000V DC
PODER DE CORTE	30kA

200	373350	1/15
250	373360	1/15



373350

NH3	
U	1000V DC
PODER DE CORTE	30kA
NORMAS	UL

200	373425 	1/15
250	373435	1/15
315	373445	1/15
355	373450	1/15
400	373455	1/15



373435

### NORMAS

IEC 60269-1  
IEC 60269-6  
UL 248-19

### DIMENSIONES

PAG 22

### CARACTERISTICAS t-I

PAG 23

### COEFICIENTE REDUCCION TEMPERATURA AMBIENTE

PAG 43

### COMPATIBLE BASES NH ST 1000V DC

PAG 14

## PML CILINDRICOS fusibles

PATENTED  
DESIGN

Base portafusibles para utilizar con fusibles cilíndricos talla 10x85 según norma IEC/EN 60269 y 10-14x85.

- Moderno diseño compacto.
- Zonas de ventilación optimizadas para una mejor disipación del calor.
- Fabricadas con materiales de calidad.
- Contactos de cobre electrolítico plateados.
- Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura.
- Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva Europea RoHS (Restricción de ciertas sustancias peligrosas en el material eléctrico) así como libres de halógenos.



10x85	10/14x85
U	1500V DC
In	32A
NORMAS	UL

POLOS	MODULOS (mm)	REFERENCIA	EMBALAJE Uni /CAJA
SINGLE-POLE	24	485701	6/84



**PML**  
10x85  
10/14x85  
1500V DC  
bienvenid@  
al futuro



posición 10x85



posición 10/14x85

### NORMAS

IEC/EN 60269-1 UL 4248-1  
IEC/EN 60269-2 UL 4248-19

### DIMENSIONES

PAG 32

### ACCESORIOS

PAG 33

### COMPATIBLE FUSIBLES gPV CIL

PAG 05



## ST NH 1000V DC bases

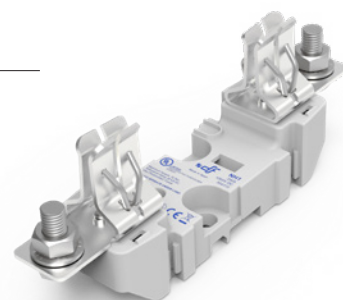
Bases portafusibles para fusibles de cuchilla (NH). Fabricadas con materiales de alta calidad. Contactos de cobre electrolítico plateados. Materiales plásticos autoextinguibles y de alta resistencia a la temperatura. Todos los materiales utilizados son conformes a la Directiva europea RoHS (restricción de ciertas sustancias peligrosas en el material eléctrico). Montaje mediante fijación a raíl DIN o tornillos. Modelos unipolares. Conexión mediante tornillos. Contactos tipo pinza con doble resorte para un óptimo funcionamiento.

Amplia gama de accesorios que permiten una ejecución IP20. Cubrebornes, tapafusibles, separadores. Posibilidad de crear conjuntos multipolares mediante accesorios. Fabricadas según normas IEC, EN, VDE y DIN. Certificado UL (File E359201).



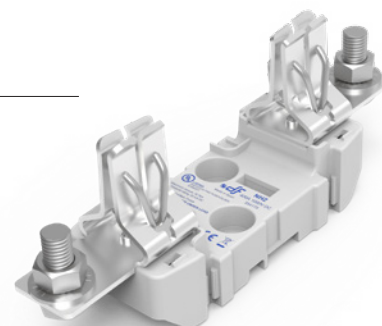
NH1	
U	1000V DC
In	250A
NORMAS	UL

POLOS	FIJACION	CONEXION	REFERENCIA	EMBALAJE
UNIPOLAR	RAIL DIN/TORNILLO	TORNILLO	354172 	1



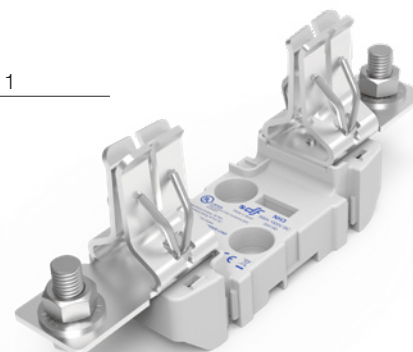
NH2	
U	1000V DC
In	400A
NORMAS	UL

UNIPOLAR	RAIL DIN/TORNILLO	TORNILLO	354175 	1
----------	-------------------	----------	---	---



NH3	
U	1000V DC
In	500A
NORMAS	UL

UNIPOLAR	RAIL DIN/TORNILLO	TORNILLO	354180 	1
----------	-------------------	----------	---	---



### NORMAS

IEC/EN 60269-1 UL 4248-1  
IEC/EN 60269-2 UL 4248-19  
IEC/EN 60269-6

### DIMENSIONES

PAG 35

### ACCESORIOS

PAG 17

### ACCESORIOS MONTAJE

PAG 38

### COMPATIBLE FUSIBLES gPV NH 1000V DC

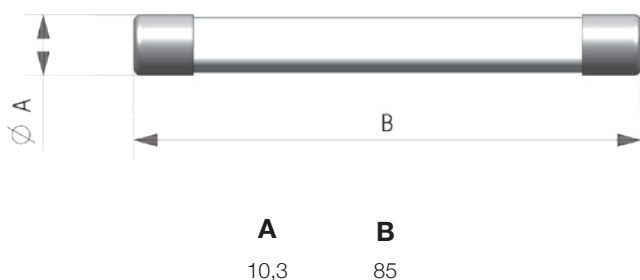
PAG 06

## CIL 10x85 gPV CILINDRICOS fusibles

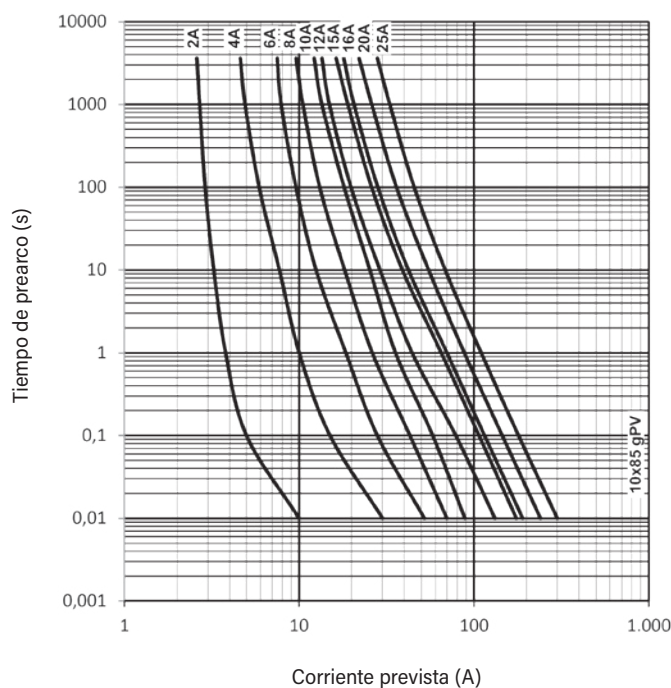
TENSION ASIGNADA	CORRIENTE ASIGNADA	PODER DE CORTE
1500V DC	2A...16A	30kA
1200V DC	20A   25A	10kA



## DIMENSIONES



## CARACTERISTICAS t-I



## POTENCIAS DISIPADAS

	CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIAS DISIPADAS (W @ 0,7 In)	POTENCIAS DISIPADAS (W @ In)	I <sup>2</sup> t PREARCO (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t TOTAL (A <sup>2</sup> s)
U	1500V DC					
	2	492202	1,28	3,2	0,8	1,1
	4	492205	1,16	2,9	13	17
	6	492210	1,04	2,6	65	84
	8	492215	1,13	2,8	175	225
	10	492220	1,36	3,4	44	72
	12	492225	1,56	3,9	78	129
	15	492229	1,79	4,5	121	201
	16	492230	1,92	4,8	175	290
U	1200V DC					
	20	492235	2,04	5,1	242	478
	25	492240	2,20	5,5	545	1075



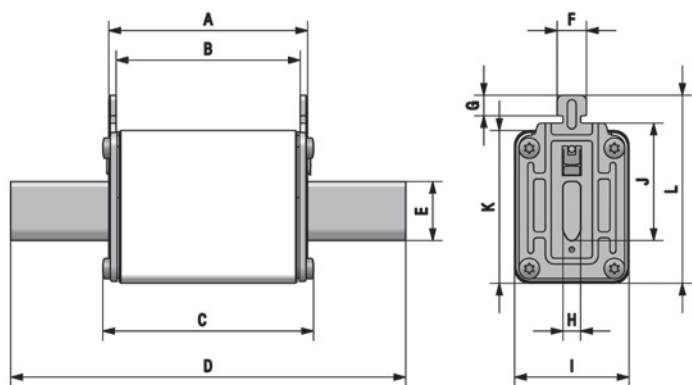
**gPV**  
NH 1000V DC  
fusibles

TENSION  
ASIGNADA  
1000V DC

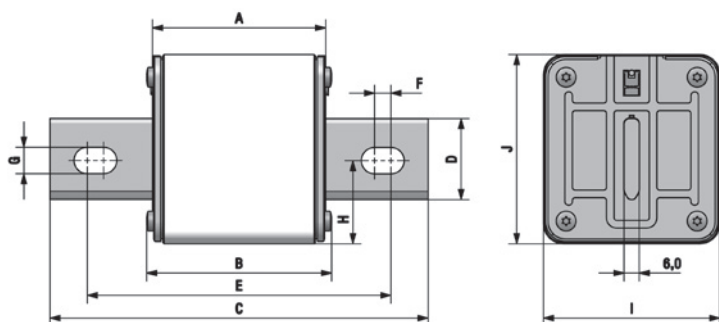
CORRIENTE  
ASIGNADA  
25A...400A

PODER  
DE CORTE  
30kA

## DIMENSIONES



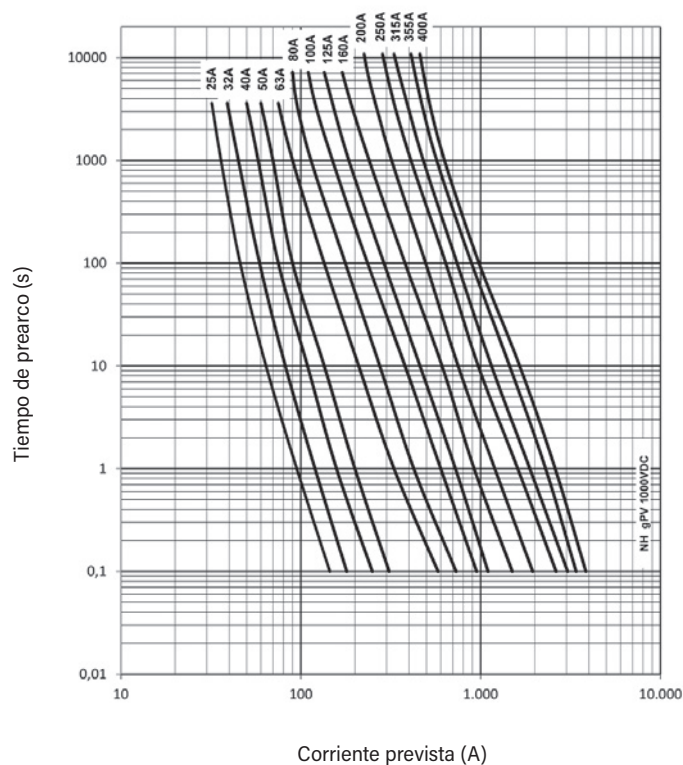
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
NH1	68	62	71,5	135	20	10	9,5	6	39	40	52	64
NH2	68	62	71,5	150	25	10	9,5	6	53	48	60	72
NH3	68	62	73	150	32	10	9,5	6	70	60	75	87



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
NH1	68	71,5	135	20	113	9	8,5	25,6	39	52,5
NH2	68	71,5	150	25	118	9	10,5	27	53	60,5
NH3	68	73	150	32	120	6,5	10,5	33	70	75



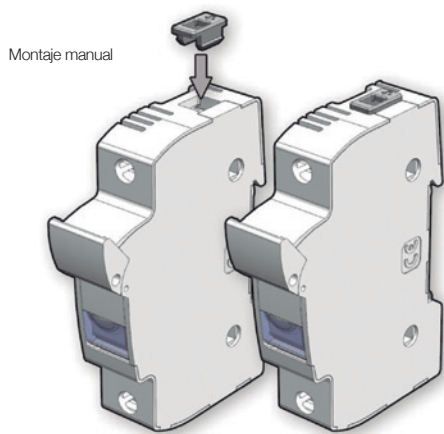
## CARACTERISTICAS t-I



## POTENCIAS DISIPADAS

	CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIAS DISIPADAS (W @ 0,7 In)	POTENCIAS DISIPADAS (W @ In)	I <sup>2</sup> t PREARCO (A <sup>2</sup> s)	I <sup>2</sup> t TOTAL (A <sup>2</sup> s)
<div>NH1</div> <div>NH1 B</div>	25	<b>373210 373210 B</b>	5,2	12,5	62	94
	32	<b>373215 373215 B</b>	6,3	15,5	122	184
	40	<b>373225 373225 B</b>	6,7	16,6	302	454
	50	<b>373230 373230 B</b>	7,5	18	562	844
	63	<b>373235 373235 B</b>	8,2	20	1.210	1.815
	80	<b>373240 373240 B</b>	10	27	2.250	3.375
	100	<b>373245 373245 B</b>	11	28	4.000	6.000
	125	<b>373250 373250 B</b>	12,5	32	6.500	9.700
	160	<b>373255 373255 B</b>	13,5	34,0	9.200	16.600
	200	<b>373260 373260 B</b>	12,5	30,0	19.900	38.300
<div>NH2</div> <div>NH2 B</div>	200	<b>373350 373350 B</b>	11,4	28,0	18.700	36.400
	250	<b>373360 373360 B</b>	13,0	33,3	36.800	71.500
<div>NH3</div> <div>NH3 B</div>	200	<b>373425 373425 B</b>	19,5	48,0	21.700	31.700
	250	<b>373435 373435 B</b>	20,5	51,5	41.000	60.000
	315	<b>373445 373445 B</b>	26,2	66,0	76.000	111.500
	355	<b>373450 373450 B</b>	18,0	46,5	74.700	130.700
	400	<b>373455 373455 B</b>	20,0	51,0	104.400	182.600

## PROTECCION IP20 ESPECIAL

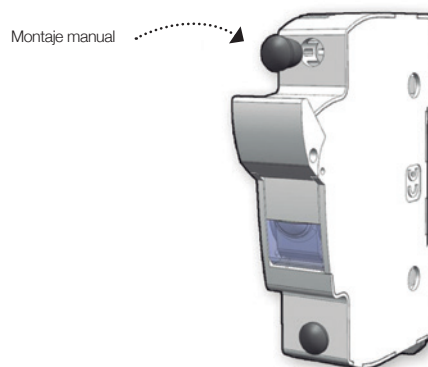


Montaje manual

Posicionar el reductor en las entradas de cable, cuando se quiere conseguir grado de protección IP20 con cables finos.

	SECCION CABLE FLEXIBLE (mm <sup>2</sup> )	SECCION CABLE RIGIDO (mm <sup>2</sup> )	LONGITUD (mm)
8x32	≤6	≤10	10
10x38	≤6	≤10	10
14x51	≤10	≤16	14
22x58	≤16	≤25	18

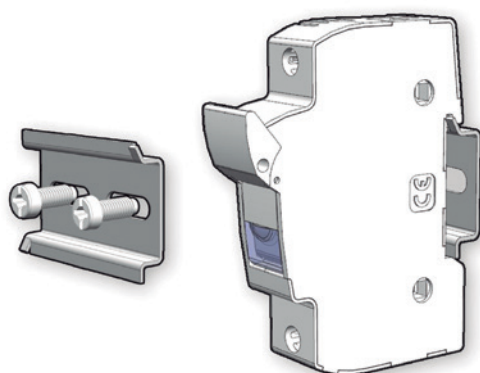
## PROTECCION TORNILLOS



Montaje manual

Accesorio de protección que evita la manipulación de los tornillos y mejora el grado de protección.

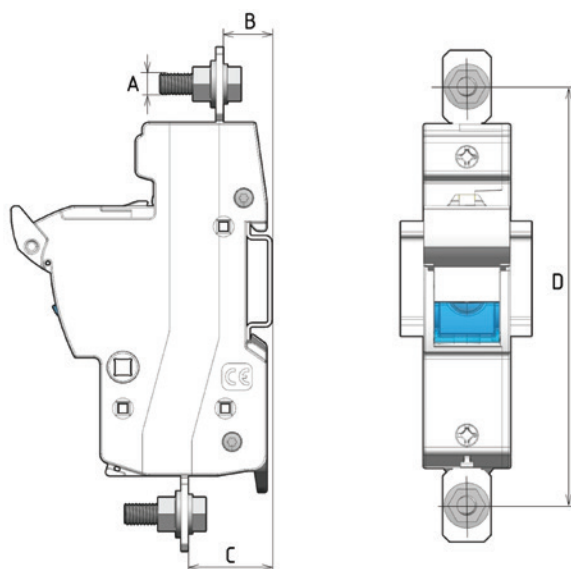
## FIJACION TORNILLOS



Montar el accesorio con los tornillos y después montar la base  
(existentes diferentes accesorios en función de los polos a fijar)

REFERENCIA	TAMAÑO (mm)
485650	25
485651	50
485652	75
485653	100
485654	125
485655	175

## ACCESORIO CONEXION ESPECIAL TORNILLO



### REFERENCIA

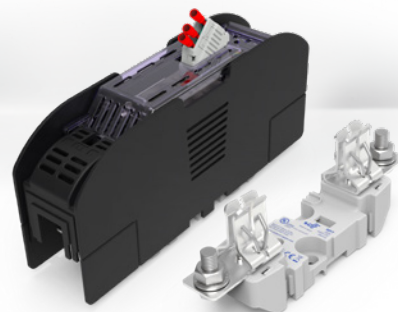
485271

A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)
M6	14,5	25	128,5

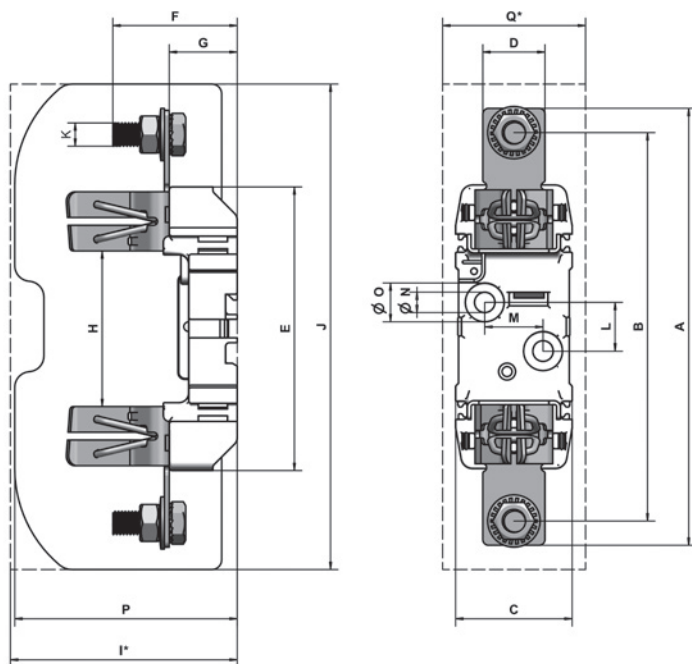


**ST**  
NH 1000V DC  
bases

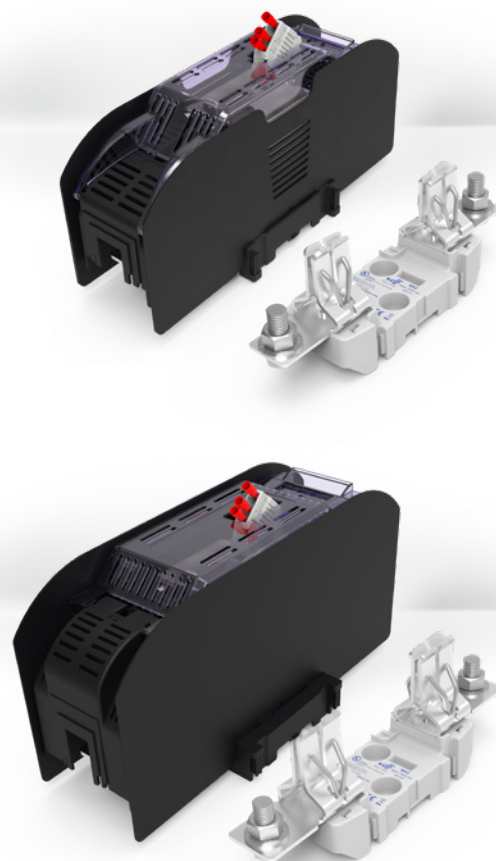
TENSION ASIGNADA	CORRIENTE ASIGNADA	INDICE PROTECCION
1000V DC	250A 	IP00   IP20
	400A 	
	500A 	



## DIMENSIONES



\* con protección IP20




	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
NH1	200	175	48	28	146	77,5	35	80	107	230	M10	25	30	10,5	20,5	107	53,5
NH2	225	200	60	32	146	88	35	80	123	250	M12	25	30	10,5	20,5	114,5	83
NH3	240	210	60	38	146	97	35	80	143	270	M12	25	30	10,5	20,5	143	116



A horizontal bar representing a 300m distance. The bar is divided into segments by vertical lines. The segments are labeled 0, 150, and 300m. The segments are colored black, white, black, white, and black from left to right.

UNIVERSIDAD NACIONAL

"PEDRO RUIZ GALLO"



Facultad de Ingeniería

Mecánica Eléctrica



DIS. : P.A.C.P.

DIB. : P.A.C.P.

REV. : H.A.O.N.

APR. : JURADO FIME

TITULO:

LOCALIDAD:

DESCRIPCIÓN

CATASTRO DEL CASERIO EL LIMONAR

CASERIO EL LIMONAR

DIS.

REV.

APR.

DIB.

FECHA

PLANO N°

ANEXO 09  
1/1

ARCH. : Anexo 09.dwg

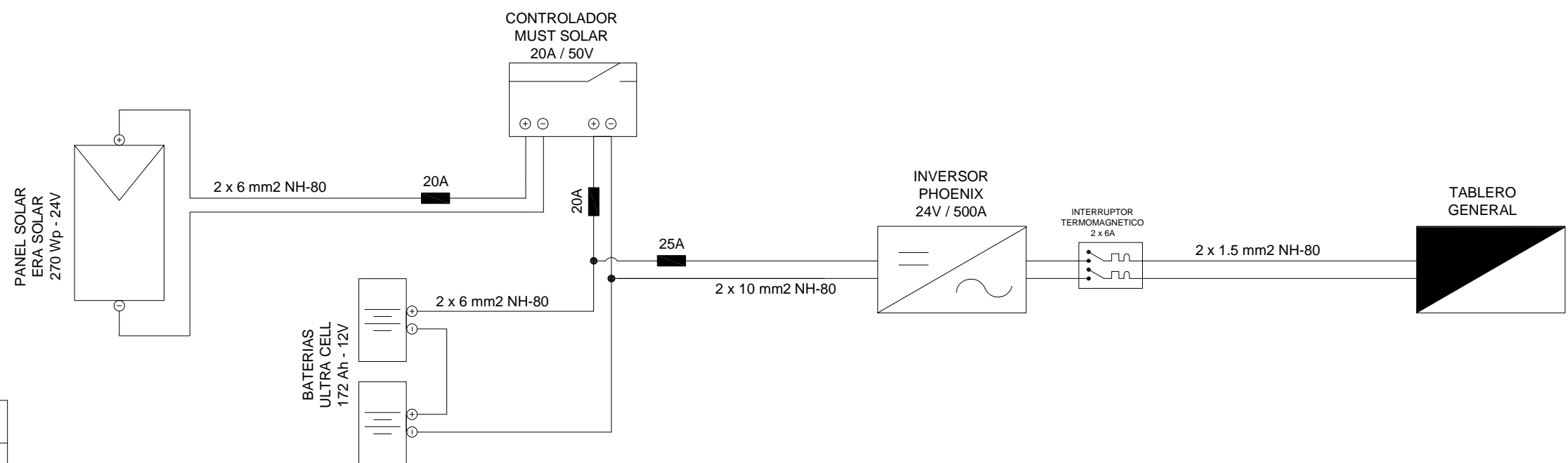
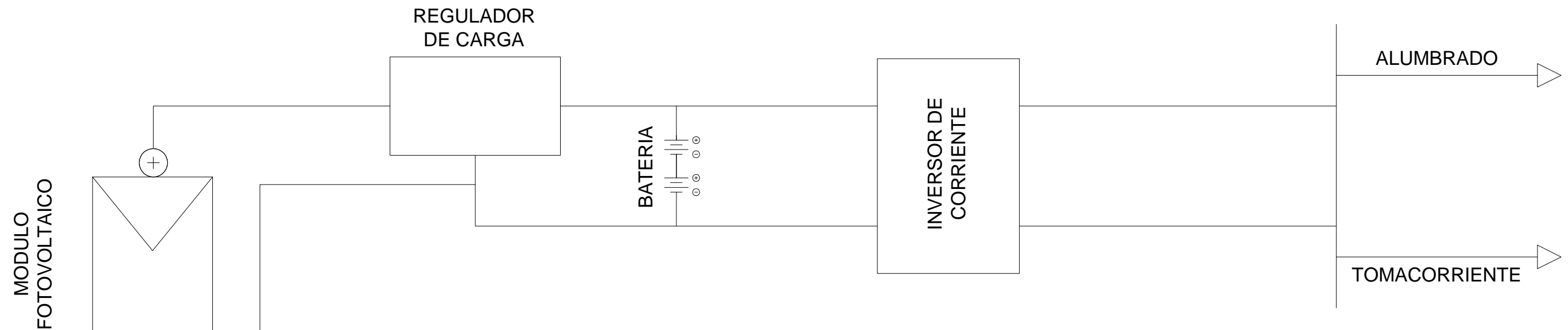
FECHA: FEBRERO-2020

ESC : 1/4000

TITULO DEL PROYECTO: EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO PARA EL CASERIO EL LIMONAR

DISTRITO DE JAYANCA, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE



### LEYENDA

	Corriente Continua
	Corriente Alterna
	Módulo Fotovoltaico
	Sistema de Puesta a tierra
	Regulador de Carga
	Batería
	Tablero General
	Inversor
	Fusible
	Interruptor Termomagnético
	Interruptor Diferencial

UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"



Facultad de Ingeniería  
Mecánica Eléctrica

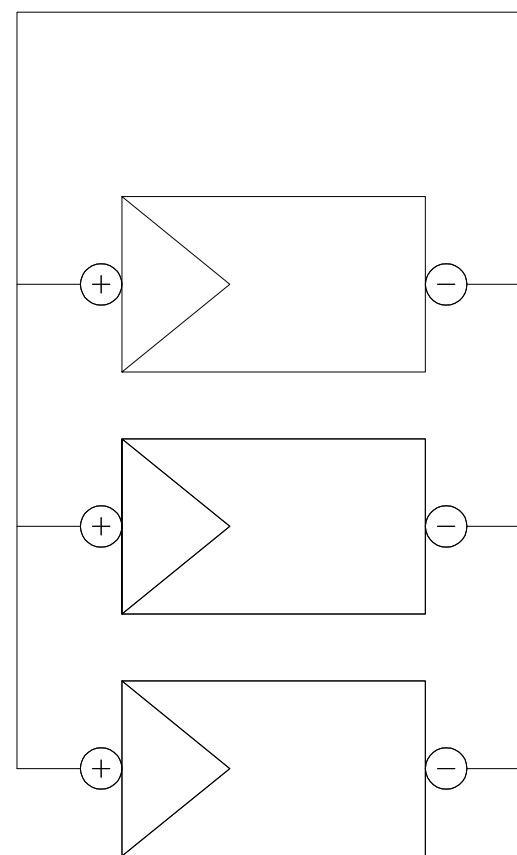


TITULO DEL PROYECTO: EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO PARA EL CASERIO EL LIMONAR  
DISTRITO DE JAYANCA, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

DIS. : P.A.C.P.								
DIB. : P.A.C.P.								
REV. : H.A.O.N.								
APR. : JURADO FIME	N°	DESCRIPCIÓN	DIS.	REV.	APR.	DIB.	FECHA	
TITULO:							PLANO N°	
DIAGRAMA UNIFILAR PARA VIVIENDA							ANEXO 10 1/2	
LOCALIDAD:				DIST. JAYANCA		ARCH. : Anexo10a.dwg		
CASERIO EL LIMONAR				PROV. LAMBAYEQUE		FECHA: ENERO-2020		
				DPTO. LAMBAYEQUE		ESC : S/E		



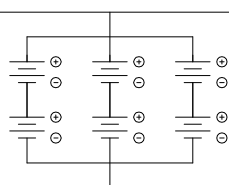
MODULO FOTOVOLTAICO



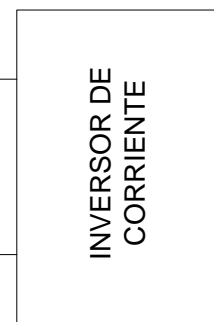
REGULADOR DE CARGA



BATERIA



INVERSOR DE CORRIENTE



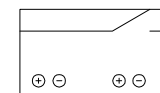
ALUMBRADO



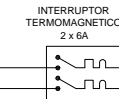
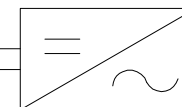
TOMACORRIENTE



CONTROLADOR MUST SOLAR 60A / 24V



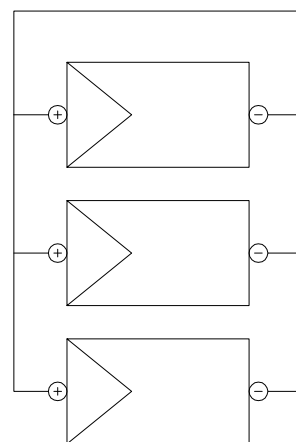
INVERSOR MULTIPLUS 1600VA / 24V



TABLERO GENERAL



PANEL SOLAR ERA SOLAR 320 Wp - 24V



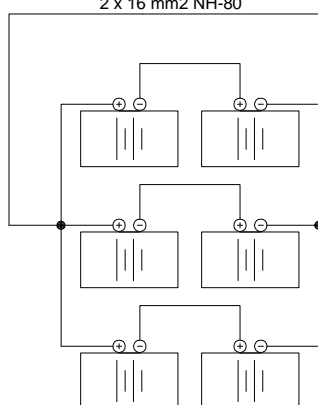
2 x 16 mm2 NH-80

2 x 16 mm2 NH-80

2 x 35 mm2 NH-80

2 x 1.5 mm2 NH-80

BATERIAS ULTRA CELL 172 Ah - 12V



### LEYENDA

	Corriente Continua
	Corriente Alterna
	Módulo Fotovoltaico
	Sistema de Puesta a tierra
	Regulador de Carga
	Batería
	Tablero General
	Inversor
	Fusible
	Interrupor Termomagnético
	Interrupor Diferencial

UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"



Facultad de Ingeniería  
Mecánica Eléctrica



TITULO DEL PROYECTO: EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO PARA EL CASERIO EL LIMONAR  
DISTRITO DE JAYANCA, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE

DIS. : P.A.C.P.

DIB. : P.A.C.P.

REV. : H.A.O.N.

APR. : JURADO FIME

TITULO:

DIAGRAMA UNIFILAR PARA INSTITUCION EDUCATIVA

LOCALIDAD:

CASERIO EL LIMONAR

DIST. JAYANCA

PROV. LAMBAYEQUE

DPTO. LAMBAYEQUE

PLANO N°

ANEXO 10B  
2/2

ARCH. : Anexo 10b.dwg

FECHA: ENERO-2020

ESC : S/E

PLANILLA DE METRADOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Elaborado : Br. Paul Alexis Cabrejos Piscoya**

**Proyecto** : “DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO PARA EL CASERIO EL LIMONAR, DISTRITO DE JAYANCA, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE”

ITEM	DESCRIPCION DE METRADOS	UND	CANT		VIVIENDA 01	VIVIENDA 02	VIVIENDA 03	VIVIENDA 04	VIVIENDA 05	VIVIENDA 06	CARGA ESPECIAL	VIVIENDA 08	VIVIENDA 09	VIVIENDA 10	VIVIENDA 11	VIVIENDA 12	VIVIENDA 13	VIVIENDA 14	VIVIENDA 15	VIVIENDA 16	VIVIENDA 17
I	DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO																				
1.00	Paneles Solares Fotovoltaicos																				
1.01	Panel Solar de 270 Wp marca "ERA SOLAR" de 24 V.	und	16.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.02	Panel Solar de 320 Wp marca "ERA SOLAR" de 24 V.	und	3.00								3.00										
2.00	Estructura de Soporte para Paneles Fotovoltaicos																				
2.01	Estructura de Soporte para Paneles Montados en Piso a 16°	und	17.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.00	Controladores de Corriente (Regulador)																				
3.01	Regulador de 20A marca "Must Solar" Tipo PWM	und	16.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.02	Regulador de 60A marca "Must Solar" Tipo PWM	und	1.00								1.00										
4.00	Inversores Solares																				
4.01	Inversor Solar de 500 VA marca "MultiPlus" de 24 V	und	16.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4.02	Inversor Solar de 800 VA marca "MultiPlus" de 24 V	und	1.00								1.00										
5.00	Almacenamiento de Energia (Baterías)																				
5.01	Batería de 172 A.h marca "UltraCell" de 12 V Tipo AGM	und	38.00		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	6.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
II	DISEÑO DE SISTEMA ELECTRICO Y SISTEMA DE PROTECCION																				
1.00	Conductores de Energia																				
1.01	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 1.5 mm2	m	51.00		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
1.02	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 6 mm2	m	176.00		11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00		11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
1.03	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 10 mm2	m	48.00		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
1.04	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 16 mm2	m	11.00								11.00										
1.05	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 35 mm2	m	3.00								3.00										
2.00	Fusibles Cilindricos																				
2.01	Fusible Cilindrico de 20A marca "DF Electric" Tipo 492235	und	32.00		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00		2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
2.02	Fusible Cilindrico de 25A marca "DF Electric" Tipo 492240	und	16.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.03	Fusible Cilindrico de 50A marca "DF Electric" Tipo 373230	und	2.00								2.00										
2.04	Fusible Cilindrico de 80A marca "DF Electric" Tipo 373240	und	1.00								1.00										
3.00	PortaFusibles para Fusibles Cilindricos																				
3.01	Portafusible Monopolar marca "DF Electric" Tipo 485701	und	51.00		3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
4.00	Interruptores Termomagnéticos																				
4.01	Interruptor Termomagnetico de 6A Bipolar marca ABB	und	17.00		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

**PRESUPUESTO DEL METRADO DEL DIMENSIONAMIENTO**

Elaborado : Br. Paul Alexis Cabrejos Piscoya

Proyecto : "DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO PARA EL CASERIO EL LIMONAR, DISTRITO DE JAYANCA, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

ITEM	DESCRIPCION DE METRADOS	UND	CANT	PRECIO UNITARIO S/.	TOTAL S/.
<b>I</b>	<b>DISEÑO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>				
<b>1.00</b>	<b>Paneles Solares Fotovoltaicos</b>				
1.01	Panel Solar de 270 Wp marca "ERA SOLAR" de 24 V.	und	16.00	661.48	S/. 10,583.68
1.02	Panel Solar de 320 Wp marca "ERA SOLAR" de 24 V.	und	3.00	783.97	S/. 2,351.91
<b>2.00</b>	<b>Estructura de Soporte para Paneles Fotovoltaicos</b>				
2.01	Estructura de Soporte para Paneles Montados en Piso a 16°	und	17.00	352.45	S/. 5,991.65
<b>3.00</b>	<b>Controladores de Corriente (Regulador)</b>				
3.01	Regulador de 20A marca "Must Solar" Tipo PWM	und	16.00	142.59	S/. 2,281.44
3.02	Regulador de 60A marca "Must Solar" Tipo PWM	und	1.00	484.27	S/. 484.27
<b>4.00</b>	<b>Inversores Solares</b>				
4.01	Inversor Solar de 500 VA marca "MultiPlus" de 24 V	und	16.00	813.24	S/. 13,011.84
4.02	Inversor Solar de 800 VA marca "MultiPlus" de 24 V	und	1.00	3908.75	S/. 3,908.75
<b>5.00</b>	<b>Almacenamiento de Energia (Baterías)</b>				
5.01	Batería de 172 A.h marca "UltraCell" de 12 V Tipo AGM	und	38.00	1004.06	S/. 38,154.28
<b>SUB TOTAL 01</b>					<b>S/. 76,767.82</b>
<b>II</b>	<b>DISEÑO DE SISTEMA ELECTRICO Y SISTEMA DE PROTECCION</b>				
<b>1.00</b>	<b>Conductores de Energia</b>				
1.01	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 1.5 mm2	m	51.00	0.71	S/. 36.21
1.02	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 6 mm2	m	176.00	3.42	S/. 601.92
1.03	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 10 mm2	m	48.00	5.46	S/. 262.08
1.04	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 16 mm2	m	11.00	8.37	S/. 92.07
1.05	Conductor FREETOX NH-80 (Unifilar) de 35 mm2	m	3.00	21.32	S/. 63.96
<b>2.00</b>	<b>Fusibles Cilindricos</b>				
2.01	Fusible Cilindrico de 20A marca "DF Electric" Tipo 492235	und	32.00	15.42	S/. 493.44
2.02	Fusible Cilindrico de 25A marca "DF Electric" Tipo 492240	und	16.00	17.32	S/. 277.12
2.03	Fusible Cilindrico de 50A marca "DF Electric" Tipo 373230	und	2.00	34.64	S/. 69.28
2.04	Fusible Cilindrico de 80A marca "DF Electric" Tipo 373240	und	1.00	47.52	S/. 47.52
<b>3.00</b>	<b>PortaFusibles para Fusibles Cilindricos</b>				
3.01	Portafusible Monopolar marca "DF Electric" Tipo 485701	und	51.00	21.44	S/. 1,093.44
<b>4.00</b>	<b>Interruptores Termomagnéticos</b>				
4.01	Interruptor Termomagnetico de 6A Bipolar marca ABB	und	17.00	16.49	S/. 280.33
<b>SUB TOTAL 02</b>					<b>S/. 3,317.37</b>
<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>					<b>S/. 80,085.19</b>

## PRESUPUESTO GENERAL DEL PROYECTO

Elaborado : Br. Paul Alexis Cabrejos Piscoya

Proyecto :	<b>"DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO PARA EL CASERIO EL LIMONAR, DISTRITO DE JAYANCA, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"</b>
------------	--

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	S/. 80,085.19
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO (+10%)	S/. 8,008.52
C	TRANSPORTE DE MATERIALES (+8%)	S/. 6,406.82
D	<b>SUBTOTAL ("COSTO DIRECTO")</b>	<b>S/. 94,500.53</b>
E	GASTOS GENERALES (+10%)	S/. 9,450.06
F	UTILIDADES (+5%)	S/. 4,725.03
G	<b>SUBTOTAL (NO INCLUYE IGV)</b>	<b>S/. 108,675.62</b>
H	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (+18%)	S/. 19,561.62
I	<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO (G+H)</b>	<b>S/. 128,237.24</b>

**TARIFA ELECTRICA RURAL PARA SISTEMAS FOTOVOLTAICOS**  
(NO INCLUYE IGV)

**Vigente a partir del 04/Nov/2019**

				Cargo Fijo Equivalente por Energía Promedio (ctm.S/./kW.h)	
Inversiones	Region	Tipo de Modulo	Energia Prom. Mensual Disponible (kW.h)	Sin FOSE	Con FOSE
<b>EMPRESA (100%)</b>	<b>COSTA</b>	BT8-070	7.75	680.08	135.99
		BT8-100	10.36	583.89	116.76
		BT8-160	16.92	433.61	86.71
		BT8-240	25.37	387.13	77.41
		BT8-320	33.83	383.16	111.32
	<b>SIERRA</b>	BT8-070	8.06	668.39	133.66
		BT8-100	10.77	572.27	114.44
		BT8-160	17.59	424.16	84.82
		BT8-240	26.39	377.47	75.48
		BT8-320	35.18	372.44	118.35
	<b>SELVA</b>	BT8-070	6.46	925.75	185.12
		BT8-100	8.63	800.44	160.06
		BT8-160	14.09	590.93	118.17
		BT8-240	21.13	526.89	105.36
		BT8-320	28.17	539.32	107.85
	<b>AMAZONIA (1)</b>	BT8-070	6.46	1006.72	201.31
		BT8-100	8.63	877.37	175.45
		BT8-160	14.09	653.01	130.58
		BT8-240	21.13	586.93	117.37
		BT8-320	28.17	602.27	120.43

EVALUACIÓN ECONÓMICA

DATOS GENERALES	
Inversion Total	128,237.24
Costo de Operación y Mantenimiento Anual	7,750.13
Ingresos por Pliego Tarifario	33,067.62

FLUJO ECONÓMICO						
AÑO	COSTOS INCREMENTALES			BENEFICIOS INCREMENTALES		BENEFICIOS NETOS
	Inversiones	COSTO DE OP. Y MANT.	TOTALES	Ingreso Pliego Tarifario	TOTALES	
0	128,237.24		128,237.24		0.00	-128,237.24
1		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
2		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
3		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
4		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
5		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
6		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
7		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
8		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
9		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
10		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
11		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
12		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
13		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
14		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
15		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
16		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
17		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
18		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
19		7,750.13	7,750.13	33,067.62	33,067.62	25,317.49
20		7,750.13	7,750.13	33067.61532	33,067.62	25,317.49

Nota: Montos en Soles

INDICADORES ECONOMICOS					
DESCRIPCIÓN	Tasa de Descuento (%)	VAN (S/.)	TIR (%)	Pay Back (años)	B/C
VALOR	12%	60,870.29	19.15%	8.2	1.33



# UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

IV PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

## PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL SISTEMA



ELABORADO : Bach. PAUL ALEXIS CABREJOS PISCOYA Bach. PAUL ALEXIS CABREJOS PISCOYA

PROYECTO : "DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO PARA EL CASERIO EL LIMONAR, DISTRITO DE JAYANCA, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

ITEM	COMPONENTE	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	PERSONAL		FRECUENCIA				
			Calificado	No Calificado	Mensual	Bimestral	Trimestral	Bianual	Anual
01	PANEL FOTOVOLTAICO	Inspeccion minuciosa del panel Fotovoltaico	Si		Si				
		Limpieza e Inspección visual del Panel Fotovoltaico	Si	Si		Si			
02	CONTROLADOR DE CARGA	Inspeccion minuciosa del controlador de carga	Si						Si
		Medición de parámetros eléctricos del controlador con multímetro	Si	Si		Si			
03	BATERÍA	Inspección minuciosa de la batería	Si						Si
		Revisión del nivel de electrolito y rellenado de la batería con agua destilada y/u otro componente	Si	Si		Si			
		Medición de la densidad de los vasos de la batería entre 1.20 a 1.23 g/cm3	Si				Si		
04	INVERSOR	Inspección minuciosa del Inversor AC/DC	Si						Si



**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO**  
**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**  
**IV PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA**  
**PLAN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL SISTEMA**



**ELABORADO :** Bach. PAUL ALEXIS CABREJOS PISCOYA  
**PROYECTO :** "DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO PARA EL CASERIO EL LIMONAR, DISTRITO DE JAYANCA, PROVINCIA DE LAMBAYEQUE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"

ITEM	COMPONENTE	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	PERSONAL	
			Calificado	No Calificado
01	PANEL FOTOVOLTAICO	Reemplazo de Panel solar instalado por falla o defecto de funcionamiento	Si	
02	CONTROLADOR DE CARGA	Desbloqueo del controlador de carga	Si	
		Reemplazo del Controlador de Carga instalada por falla o defecto de funcionamiento	Si	
03	BATERÍA	Reactivación de batería mediante carga lenta	Si	
		Reemplazo de la y/o las Baterías instaladas por falla o defecto de funcionamiento	Si	
04	INVERSOR	Cambio de Fusibles de inversor DC / AC	Si	
		Reemplazo del Inversor de Carga instalado por falla o defecto de funcionamiento	Si	





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica



### ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 01: Caserío El Limonar:**

Se observa en la fotografía a la población encuestada del Lote 13 del caserío El Limonar.



**ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO**



**Fotografía 02: Caserío El Limonar:**  
Se observa en la fotografía al Lote 04 del caserío El Limonar.





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica



## ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 03: Caserío El Limonar:**  
Se observa en la fotografía al Lote 09 del caserío El Limonar.



**ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO**



**Fotografía 04: Caserío El Limonar:**  
Se observa en la fotografía al Lote 03 del caserío El Limonar.



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica



### ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 05: Caserío El Limonar:**  
Se observa en la fotografía al Lote 02 del caserío El Limonar.





**ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO**



**Fotografía 06: Caserío El Limonar:**  
Se observa en la fotografía al Lote 01 del caserío El Limonar.



**ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO**



**Fotografía 07: Caserío El Limonar:**  
Se observa en la fotografía al Lote 11 del caserío El Limonar.





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica



## ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 08: Caserío El Limonar:**

Se observa en la fotografía al Lote 07 (Carga Especial) del caserío El Limonar.





**ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO**



**Fotografía 09: Caserío El Limonar:**  
Se observa en la fotografía al Lote 15 del caserío El Limonar.



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica



### ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 10: Caserío El Limonar:**  
Se observa en la fotografía al Lote 12 del caserío El Limonar.





UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica



## ANEXO 15 – PANEL FOTOGRÁFICO



**Fotografía 11: Caserío El Limonar:**

Se observa en la fotografía que existen Lotes abandonados que no se consideraron en este proyecto.